



**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**“PEDRO RUIZ GALLO”**

**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**



## **TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO  
PARA UN LABORATORIO DE CÓMPUTO EN EL  
COLEGIO NACIONAL “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN  
DE BRACAMOROS – JAÉN - CAJAMARCA”**

**Presentado Por:**

**Bach. ROMEL ASHANTY ESCOBEDO LEÓN**

**Asesor:**

**Ing. HÉCTOR ANTONIO OLIDEN NÚÑEZ**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2018**



# **UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**



**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

## **TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de**

**INGENIERO MECÁNICO**

**ELECTRICISTA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO  
PARA UN LABORATORIO DE CÓMPUTO EN EL  
COLEGIO NACIONAL “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN  
DE BRACAMOROS – JAÉN - CAJAMARCA”**

**Presentado Por:**

**Bach. ROMEL ASHANTY ESCOBEDO LEÓN**

**Aprobado por el Jurado Examinador**

**PRESIDENTE : M.Sc. SEGUNDO ABELARDO HORNA TORRES \_\_\_\_\_**

**SECRETARIO : Dr. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO \_\_\_\_\_**

**VOCAL : Dr. JORGE LUIS NOMBERRA TEMOCHE \_\_\_\_\_**

**ASESOR : ING. HECTOR ANTONIO OLIDEN NUÑEZ \_\_\_\_\_**

**Lambayeque – Perú**

**Octubre del 2018**



# **UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**



**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

**TESIS**

**TITULO**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA UN  
LABORATORIO DE CÓMPUTO EN EL COLEGIO NACIONAL “COLOSO Y  
EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS – JAÉN - CAJAMARCA”**

## **CONTENIDOS**

**CAPITULO I:** PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

**CAPITULO II:** MARCO TEÓRICO.

**CAPITULO III:** MARCO METODOLÓGICO.

**CAPITULO IV:** PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

**CAPITULO V:** ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

**CAPITULO VI:** CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

**AUTOR:** Bach. ROMEL ASHANTY ESCOBEDO LEÓN

---

PRESIDENTE

---

SECRETARIO

---

VOCAL

---

ASESOR

**Lambayeque – Perú**

**Octubre del 2018**

## DEDICATORIA

A mi amada madre **CRUZ MARÍA LEÓN CONTRERAS** que con su amor, sacrificio y perseverancia ha sido, es y será la base de todos mis logros.

*Bach. Romel Ashanty Escobedo León*



## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiar siempre mi camino hacia el éxito, a mi madre Cruz María por estar siempre a mi lado, a mis hermanos Junior y Cecilia por ser ejemplo de lucha y superación, a mi amado Hijo Romel Gabriel que con su llegada alegro infinitamente mi vida, a mi hermosa esposa Crhisstell por brindarme su amor y apoyo día a día, a los docente de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, a mis compañeros de universidad y a todos aquellos que son sus consejos, charlas y aportes contribuyeron a desarrollar el presente trabajo de investigación

*Bach. Romel Ashanty Escobedo León*

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo general implementar un sistema fotovoltaico para un Laboratorio de Cómputo en el Colegio Nacional “Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros – Jaén – Cajamarca. Con la finalidad de promover el uso de las energías no convencionales (energía solar) disminuir el impacto ambiental negativo producido por las energías convencionales. El tipo de investigación fue aplicada, luego de realizar la toma de datos y los cálculos se obtuvo lo siguiente: La energía eléctrica promedio diaria necesaria para el laboratorio de cómputo del Colegio es de: 8 986,48 Wh/día. La máxima demanda coincide con la potencia instalada y tiene un valor de: 1 711,71 W. Se determinó la radiación solar considerando 03 fuentes de radiación solar: El atlas de radiación solar del Perú del cual se obtuvo un valor promedio de radio solar de: 4,75 kWh/m<sup>2</sup>/día. Del software Meteonorm se obtuvo un valor de 5,50 kWh/m<sup>2</sup>/día. Del software Solarius Plus se obtuvo un valor de 6,15 kWh/m<sup>2</sup>/día. Se consideró el menor de los tres datos es decir 4,75 kWh/m<sup>2</sup>/día. el sistema fotovoltaico estará conformado por 24 paneles fotovoltaicos de la marca SIMAX de 150 Wp de potencia pico cada uno, 12 baterías RITAR de 200 A.h, 01 regulador de carga Blue Solar de 150/70, 01 inversor de 2 500 W. La potencia de captación del generador fotovoltaico es de 3,6 kWp. Finalmente se elaboró el presupuesto del sistema fotovoltaico requiriendo una inversión total de S/. 63 747,63. En el análisis Viabilidad del proyecto considerando el apoyo de la UGEL CAJAMARCA, se obtuvo un VAN de S/. 2 058,81 a una tasa del 15 % para un horizonte de 20 años con una TIR de 21%.

**Palabras claves:** Radiación solar, Panel fotovoltaico, controlador inversor.

## ABSTRACT

The main objective of this thesis was to implement a photovoltaic system for a Computing Laboratory at the National College "Coloso y Emblematic Jaén de Bracamoros - Jaén - Cajamarca. In order to promote the use of non-conventional energies (solar energy) decrease the negative environmental impact produced by conventional energies. The type of research was applied, after making the data collection and calculations, the following was obtained: The average daily electrical energy required for the school's computer lab is: 8 986,48 Wh / day. The maximum demand coincides with the installed power and has a value of: 1 711,71 W. The solar radiation was determined considering 03 sources of solar radiation: The solar radiation atlas of Peru from which an average value of solar radius of : 4,75 kWh / m<sup>2</sup> / day. From the Meteonorm software, a value of 5.50 kWh / m<sup>2</sup> / day was obtained. A value of 6,15 kWh / m<sup>2</sup> / day was obtained from the Solarius Plus software. The smallest of the three data was considered, that is, 4,75 kWh / m<sup>2</sup> / day. the photovoltaic system will consist of 24 photovoltaic panels of the brand SIMAX of 150 Wp of peak power each, 12 RITAR batteries of 200 Ah, 01 Blue Solar charge controller of 150/70, 01 inverter of 2 500 W. The power of capture of the photovoltaic generator is 3,6 kWp. Finally the budget of the photovoltaic system was elaborated, requiring a total investment of S /. 63 747,63. In the Viability analysis of the project considering the support of UGEL CAJAMARCA, a NPV of S /. 2 058.81 at a rate of 15% for a horizon of 20 years with a TIR of 21%.

**Keywords:** Solar radiation, Photovoltaic panel, inverter controller

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
RESUMEN .....	VI
ABSTRACT .....	VII
ÍNDICE .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.2. Formulación del Problema.....	2
1.3. Delimitación de la Investigación .....	3
1.3.1. Delimitación espacial.....	3
1.3.2. Delimitación temporal.....	6
1.4. Justificación e Importancia de la TESIS .....	6
1.5. Limitaciones de la TESIS.....	7
1.6. Objetivos de la TESIS .....	7
1.6.1. Objetivo General .....	7
1.6.2. Objetivos Específicos .....	8
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	9
2.1. Antecedentes de Estudios .....	9
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado .....	15
2.2.1. Naturaleza de la energía solar.....	15
2.2.2. Sistema fotovoltaico .....	25
2.2.3. Evaluación económica de proyectos de inversión.....	44
2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.....	49
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	57
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	57
3.2. Población y muestra .....	57
3.3. Hipótesis .....	58
3.4. Operacionalización de variables.....	58
3.5. Métodos y Técnicas de investigación .....	60

3.6. Descripción de los instrumentos utilizados .....	62
3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos .....	63
CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN .....	64
4.1. Propuesta de la investigación .....	64
CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	66
5.1. Demanda de energía eléctrica y potencia instalada .....	66
5.1.1. Energía promedio diaria (Wh/día).....	66
5.2. Radiación Solar en el colegio nacional “Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros – Jaén – Cajamarca” .....	68
5.3. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico .....	72
5.3.1. Dimensionado del sistema fotovoltaico .....	72
5.3.2. Protección contra sobreintensidades .....	80
5.3.3. Angulo óptimo de inclinación de los paneles solares:.....	82
5.4. Estimación de la cantidad de CO2 que dejara de emitirse al medio ambiente .....	84
5.5. Metrado y presupuesto .....	85
5.5.1. Metrado y presupuesto del sistema fotovoltaico .....	85
5.5.2. Evaluación del proyecto de inversión .....	86
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	90
6.1. Conclusiones .....	90
6.2. Recomendaciones .....	91
BIBLIOGRAFÍA .....	92
ANEXOS .....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1:</b> Operacionalización de variables .....	59
<b>Tabla N° 2:</b> Técnicas e instrumentos utilizados .....	62
<b>Tabla N° 3:</b> Radiación solar según el software METEONORM .....	69
<b>Tabla N° 4:</b> Radiación solar promedio diaria en el Colegio Nacional Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros – Jaén – Cajamarca .....	69
<b>Tabla N° 5:</b> Radiación solar en el departamento de Cajamarca con el software Solarius Plus.....	70
<b>Tabla N° 6:</b> Comparación de los datos de radiación solar de las tres fuentes .....	71
<b>Tabla N° 7:</b> Numero de paneles del generador fotovoltaico .....	73
<b>Tabla N° 8:</b> Características eléctricas de los módulos fotovoltaicos .....	73
<b>Tabla N° 9:</b> Capacidad de las baterías.....	75
<b>Tabla N° 10:</b> Características eléctricas de los conductores NYY.....	80
<b>Tabla N° 11:</b> Selección de fusibles .....	81
<b>Tabla N° 12:</b> Costo del suministro para el sistema fotovoltaico .....	85
<b>Tabla N° 13:</b> Costo total del sistema fotovoltaico.....	86
<b>Tabla N° 14:</b> Costo del sistema fotovoltaico considerando las donaciones de la UGEL CAJAMARCA.....	87
<b>Tabla N° 15:</b> flujo de caja proyectada.....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1:</b> Colegio Nacional “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS” .....	3
<b>Figura N° 2:</b> Ubicación Geográfica del Colegio en la Provincia de Jaén .....	4
<b>Figura N° 3:</b> En el Frontis del colegio “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS” .....	5
<b>Figura N° 4:</b> Esquema de un Sistema Fotovoltaico .....	28
<b>Figura N° 5:</b> Regulador conectado en un sistema fotovoltaico .....	31
<b>Figura N° 6:</b> inversores para sistemas fotovoltaicos.....	33
<b>Figura N° 7:</b> Estructura Fija.....	41
<b>Figura N° 8:</b> Instalación de Seguidor Solar.....	42
<b>Figura N° 9:</b> Detalle de componentes adicionales para Seguidor Solar .....	43
<b>Figura N° 10:</b> Entrevistando al Director del colegio el Licenciado Wilmer Espinal Olivera .....	62
<b>Figura N° 11:</b> Observando el uso de las Laptops .....	64
<b>Figura N° 12:</b> Tomando datos de placa de la Laptop .....	66
<b>Figura N° 13:</b> Laptops en el colegio emblemático.....	67
<b>Figura N° 14:</b> Datos de corriente eléctrica y tensión de la Laptop .....	68
<b>Figura N° 15:</b> batería RITAR de 200 A.h (ANEXO 03) .....	76
<b>Figura N° 16:</b> <i>Controlador Blue Solar 150/70</i> .....	77
<b>Figura N° 17:</b> Inversor solar de 2500 W.....	78

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA UN LABORATORIO DE CÓMPUTO EN EL COLEGIO NACIONAL “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS – JAÉN - CAJAMARCA”**

Es una investigación que permite promover el uso de las energías no convencionales energía solar fotovoltaica en un laboratorio de cómputo del colegio.

En el Capítulo I, se presenta la realidad problemática existente en cuanto a la idea de reducir las emisiones de gases contaminantes al medio ambiente. Luego se enuncia el Problema, para luego justificar el trabajo de investigación realizado y presentar los Objetivos de la Investigación.

En el Capítulo II, se presenta el Marco Teórico, donde se muestran los antecedentes y la teoría relacionada con el tema de investigación.

En el Capítulo III, se presenta el Marco Teórico, en el cual se describe el diseño de la Investigación es decir la forma como se van a obtener los datos y procesarlos, describiendo las Variables y su Operacionalización, así como la Población, además de las Técnicas e Instrumentos de recolección de datos utilizados en la investigación, así como los Métodos de Análisis de Datos.

En el Capítulo IV, se presenta los componentes mínimos del sistema fotovoltaico propuesto.

En el Capítulo V, se presenta los resultados obtenidos en base a los objetivos planteados.

En el Capítulo VI, se presenta las Conclusiones



## **CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

El colegio nacional “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS” cuenta con un presupuesto asignado por el estado siendo una institución pública.

La energía eléctrica que se suministra al colegio es convencional; teniendo en cuenta que la energía convencional proviene un porcentaje de la utilización de combustible fósiles cuya combustión produce gases de efecto invernadero.

En vista de esta situación con la iniciativa de los directivos del colegio y del autor de esta tesis es que se opta por realizar esta investigación el cual sería el primer paso para la búsqueda del uso de energía solar en todo el colegio, nos ayudaría a concientizar a la población estudiantil con respecto al medio ambiente e iremos siendo la iniciativa para otras instituciones a buscar el desarrollo de este sistema de energía Limpia.

### **1.2. Formulación del Problema**

¿La radiación solar será suficiente para implementar un sistema fotovoltaico en un laboratorio de cómputo del colegio nacional “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS” – Jaén – Cajamarca?

### 1.3. Delimitación de la Investigación

#### 1.3.1. Delimitación espacial

El presente trabajo de investigación se ha desarrollado en el Colegio Nacional “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS”. Dicho Colegio Nacional se ubica en el centro del distrito de Jaén, provincia de Jaén, en el departamento de Cajamarca.



**Figura N° 1:** Colegio Nacional “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS”

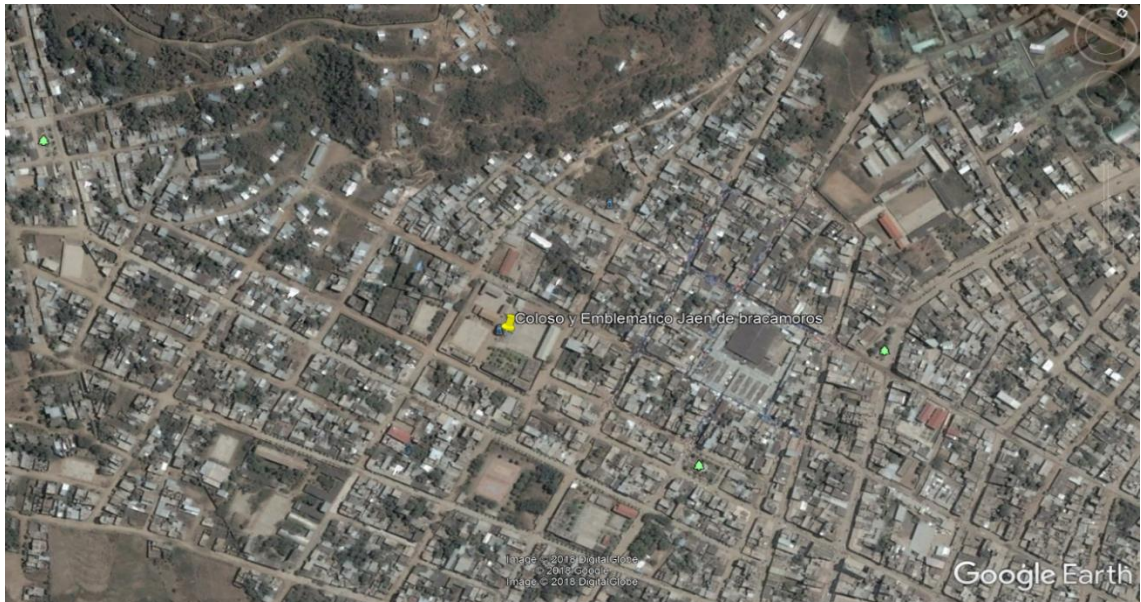
La energía utilizada por el Colegio Nacional “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS” es suministrada por la Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Oriente S.A. suministrada en media tensión, sub estación N° D-240035, con tarifa MT4, tensión de 22,9/13,2, tipo de suministro Trifásica-Aérea (C5.2).

El alcance del proyecto de investigación afecta a 1208 estudiantes, 118 docentes, 99 personal administrativos y 2000 padres y servirá como base para futuros estudios en localidades con una problemática similar.

Geográficamente el Colegio Nacional “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS” Se ubica entre las coordenadas UTM (WGS84)

Este: 742201.00 m E

Norte: 9368852.00 m S



**Figura N° 2:** Ubicación Geográfica del Colegio en la Provincia de Jaén<sup>1</sup>

### **Ubicación**

El colegio “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS” se ubica en la provincia de Jaén, en la zona Nor-Oriental del departamento de Cajamarca.

---

<sup>1</sup> Fuente: Google Earth



**Figura N° 3:** En el Frontis del colegio “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS”

### **Accesos**

El colegio “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS” tiene su acceso principal por la calle Lambayeque #734 y dos accesos laterales en las calles Antonio Raimondi y Zarumilla.

### **Características Climatológicas y Topografía de la Zona**

#### **Clima<sup>2</sup>**

La Provincia de Jaén, se caracteriza por la diversidad de microclimas con temperaturas absolutas, que oscilan entre 8.5° C y 36° C; registrándose temperaturas medias altas en los meses de Octubre a Diciembre.

En la región de los andes septentrionales o páramos el clima es frío y húmedo con neblinas frecuentes, heladas estacionales y precipitaciones que ocurren con menor intensidad de mayo a Agosto, la temperatura

---

<sup>2</sup> (INDECI 2005)

fluctúa entre los 6° C a 17° C. Corresponde a esta región el extremo Oeste de la Provincia de Jaén, colindante con la Provincia de Huancabamba. En esta zona se encuentran: el Distrito de Chontalí a 1 500 m.s.n.m., Sallique a 1 675 m.s.n.m. y San Felipe a 1 850 m.s.n.m.

La zona yunga tropical (selva alta) es la zona de bosque montañoso predominantemente lluvioso y nublado. El clima es moderadamente templado con intensas lluvias que disminuyen en Mayo y Agosto. Por encima de los 2 500 m.s.n.m. las temperaturas promedian entre los 6° C a 12° C, mientras que en las zonas de los 2,000 metros fluctúa entre los 19° C a 25° C, y en las zonas con alturas menores a 1,000 metros fluctúa entre los 25° C. Los distritos que se encuentran dentro de esta región son los siguientes: Jaén, Colasay, Huabal, La Pirias, Pomahuaca, Pucará, San José del Alto y Santa Rosa.

### **1.3.2. Delimitación temporal**

La duración de la investigación fue de 06 meses.

## **1.4. Justificación e Importancia de la TESIS**

La importancia de esta tesis radica con la implementación del sistema fotovoltaico para el centro de cómputo que aporta con la conservación del medio ambiente.

### **Justificación Científica.**

Promover el uso de las energías no convencionales y la tecnología fotovoltaica en la institución educativa y que la tesis forme parte de antecedentes para futuras investigaciones relacionadas con el tema.

### **Justificación Ambiental**

Con la implementación del trabajo de investigación se reducirá las emisiones de CO<sub>2</sub> al medio ambiente.

### **Justificación Social**

Con la aplicación del sistema fotovoltaico, permitirá re direccionar la energía eléctrica convencional a aquellos sectores donde carecen de este servicio básico en nuestra localidad.

## **1.5. Limitaciones de la TESIS**

Los datos de radiación solar han sido obtenidos de tres fuentes:

La NASA, el atlas solar del SENAMHI del 2003, y el uso del software SOLARIUS PLUS.

## **1.6. Objetivos de la TESIS**

### **1.6.1. Objetivo General**

Implementar un sistema fotovoltaico para un Laboratorio De Cómputo En El Colegio Nacional “Coloso Y Emblemático Jaén De Bracamoros – Jaén – Cajamarca.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- a) Determinar la energía eléctrica promedio diaria necesaria para el laboratorio de cómputo del Colegio Nacional “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS” y la máxima demanda.
- b) Estudiar el recurso solar en el lugar de estudio.
- c) Seleccionar los equipos y componentes del sistema fotovoltaico.
- d) Determinar el presupuesto referencial del sistema fotovoltaico.
- e) Determinar la evaluación económica del sistema fotovoltaico.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de Estudios

#### Contexto Internacional

Según **Romero** (2015) en su tesis de Maestría titulada “ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE PANELES FOTOVOLTAICOS Y SU UTILIZACIÓN EN LAS REGIONES DE LA COSTA Y SIERRA DEL ECUADOR. CASO DE ESTUDIO: BIBLIOTECA POMPEU FABRA DE MATARÓ” Este trabajo trata acerca del funcionamiento de la energía fotovoltaica en Ecuador, para lo cual se ha utilizado como caso de estudio la Biblioteca Pompeu Fabra de Mataró-España. Primero se realiza una breve revisión del estado del arte de la energía fotovoltaica y la radiación solar. Luego se analiza y comparara aspectos energéticos, económicos y ambientales, implantando el proyecto en las ciudades de Quito, Guayaquil y Mataró. La modelación del proyecto se realizó de acuerdo con lo indicado en las especificaciones del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) para el caso de Mataró y de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción en su capítulo 14 para los casos de Quito y Guayaquil. Se ha modelado el proyecto tomando en consideración cinco posibles escenarios para cada una de las ciudades y se han comparado entre sí los resultados de la modelación. Tomando en consideración este caso en particular y después de analizar los resultados obtenidos se puede concluir que la utilización de paneles fotovoltaicos en Ecuador puede dar resultados más favorables que los obtenidos en España, esto se debe a la gran cantidad de radiación solar que recibe al encontrarse atravesado por la línea ecuatorial (ROMERO 2015).



Así mismo **Chávez** (2012) en su tesis de grado titulado “PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA USO DE PANELES SOLARES EN GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DE ELECTRICIDAD EN EL COMPLEJO HABITACIONAL SAN ANTONIO DE RIOBAMBA”. Se elaboró un marco teórico en base a la bibliografía universal, evaluamos los requerimientos de consumo energético de una vivienda tipo del conjunto residencial y en base de la determinación del potencial energético del sol de la localidad, proyectamos el sistema fotovoltaico que genera 11,88 Kw, alimenta una carga de 55.76 A, con el uso de 9 paneles fotovoltaicos, un banco de 27 baterías conectadas en serie, utilizamos 3 inversores de 48v 4000VA, utilizamos un controlador para evitar la sobre carga y descarga total de las baterías de almacenamiento las que no deben sobrepasar de un 60% en su descarga con la finalidad de tener una vida útil de 25 años, Se efectuó el estudio ambiental del proyecto contempló la realización e identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales que son mínimos porque la energía solar es una fuente no contaminante. Del análisis económico realizado se determina que la tasa de retorno inmediata debido a los altos costos del equipo, sería de 23 años, más esta inversión se justifica por la no agresividad ecológica de la energía solar como también en la alternativa viable de utilización de nuevas fuentes de energía dentro de la matriz energética del país. Las fuentes renovables de energía (solar, eólica, hidráulica, geotérmica, biomasas, otras) en nuestro país son viables de utilizar por la gran cantidad de potencial energético disponible (Chavez Guerrero 2012).

## **Contexto Nacional**

Según Valdiviezo (2014) en su tesis titulada “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 15 COMPUTADORAS PORTÁTILES EN LA PUCP” en el resumen nos dice que el principal objetivo de la tesis es fomentar el interés e investigación en energía renovable por parte de la comunidad con estudios superiores, mediante el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para abastecer a 15 computadoras portátiles en la PUCP.

En el primer capítulo, se definen los conceptos más relevantes, los principales fundamentos teóricos y las características de los equipos que conforman una instalación fotovoltaica aislada, utilizando bibliografía de autores con presencia en la industria fotovoltaica.

En el segundo capítulo, se elabora una lista de exigencias, recopila condiciones del sitio, obtenidos de la Estación climatológica Hipólito Unanue en la PUCP y se estima la demanda del consumo energético, el cual tiene un valor de 158.4 Ah/día.

Luego, se dimensiona la cantidad de baterías, paneles fotovoltaicos, inversores y controladores a emplear. Se obtiene el siguiente arreglo.

12 baterías 250 Ah / 12V (3 ramales de 2 paralelo y 2 en serie).

24 paneles de 150 Wp. (3 ramales de 4 paralelo y 2 en serie)

3 controladores de 50A y 24V.

1 inversor 24V/230V – 1200w

Asimismo, se estimar la distancia y características de los cables de acuerdo a la ubicación y cargas, y se dimensionan elementos de protección mediante la IEC 603645-52 “Instalaciones eléctricas en edificios”.

En el tercer capítulo, se diseña la estructura y se realizan cálculos justificativos de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), se emplea el método AISCLRFD. Además, se realiza una simulación estática de la estructura final en ANSYS y se verifica el cumplimiento en cuanto a deflexiones y esfuerzos; se realiza un listado de materiales y recomendaciones para el montaje.

En el capítulo final, se estima un Capital Expenditure (CAPEX) de S/. 67 815, un Operational Expenditure (OPEX) de S/.200 anuales y Emisiones de Gas de Efecto Invernadero (GEI) no emitidas de 4,35 anuales (Valdiviezo Salas 2014).

Así mismo **Bravo y Gamarra** (S/F) en su tesis de grado titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SATISFACER LA DEMANDA DE ENERGÍA DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ” Ha sido elaborado como objetivo de estudio por su importancia que tiene la utilización de las energías renovables y por el ahorro en costos de energía que significaría su implementación. El diseño del sistema fotovoltaico fue realizado siguiendo la metodología propuesta en el capítulo tres empezando con la medición de la radiación solar utilizando el software METEONORM Versión 7.0 (demo) obteniendo como resultados un promedio anual de irradiación de 5.1 Kw/m<sup>2</sup> por día. Luego se estima la

carga conectada utilizando una pinza amperimétrica y las hojas de datos de los equipos del laboratorio. A continuación identificamos el área de instalación de los paneles solares en el techo del laboratorio para luego realizar los cálculos matemáticos para determinar el Voltaje de instalación, el tipo y número de paneles solares a utilizar, la configuración de los reguladores de carga, el tipo y número de baterías, las características del inversor y por último la disposición topológica del sistema. Para finalizar realizamos la selección de los equipos y componentes del sistema utilizando catálogos de las empresas especializadas en el rubro, para luego determinar el costo total del sistema a implementar (Bravo Damian y Gamarra Vílchez s.f.).

### **Contexto Local**

Según Pérez (2016) en su tesis titulada “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL ANEXO PIEDRAS COLORADAS, CAJAMARCA, 2016” en su resumen nos dice que el sistema fotovoltaico, que acceden la procreación de energía eléctrica a través de la radiación solar, establece una variable considerable en servicios que se solicita sustentar equipos electrónicos en zonas que se localizan enormemente de una red eléctrica, o en que las circunstancias de la superficie periférico obstaculiza la expansión de las líneas de transmisión en estos lugares.

En el actual diseño se elabora un bosquejo de un sistema de electrificación fotovoltaico para proveer el suministro eléctrico de una población de 23 viviendas en el Anexo Piedras Coloradas. Distrito de La Encañada, Provincia y Departamento de Cajamarca. Inicialmente se

realiza una investigación sobre el modo en que se ejecuta la conversión de energía solar en energía eléctrica mediante las celdas solares, elemento fundamental de los módulos fotovoltaicos que se utilizan para conformar el alternador eléctrico fotovoltaico. Después se estudia las actividades de los sistemas fotovoltaicos independientes, sus primordiales elementos y advertencias que se obligan poseer considerar al momento de ejecutar el tamaño y elegir los elementos que se van a emplear. Se aprecia la cuota de radiación solar equilibrado en el lugar de correspondencia, de la misma manera el gasto eléctrico al día necesario a la capacidad que se ensamblarán en dicho sistema, asimismo se elige los equipos para los usos fotovoltaicos, de lo cual se ejecuta los diferentes cálculos de presupuesto inicial total indispensable para la realización del diseño. Por otro lado este modelo de tecnología entrega considerables utilidades: montaje sencillo, utiliza un origen de energía pura y ventajosa, su realización es instintiva y silente, se provee de escaso mantenimiento y no afecta al medio ambiente (Pérez Herrera 2016).

## **2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado**

### **2.2.1. Naturaleza de la energía solar<sup>3</sup>**

El Sol es el objeto central de nuestro sistema solar. Se ha formado hace 6,5 mil millones de años de una enorme nube interestelar de gas frío. Contiene prácticamente toda (99,8 %) la masa del sistema solar y es más de 333 000 veces más masivo que la Tierra. Su radio, 700 000 km, es 109 veces más grande que el radio de la Tierra. Así que se necesitarían 1 300 000 planetas Tierra para llenarlo.

El Sol está compuesto principalmente de dos elementos – hidrógeno y helio. Sus abundancias han 3 – xx cambiado a lo largo de su vida, por lo que hoy el hidrógeno y el helio representan el 74,9 % y el 23,8 %, respectivamente de su masa total. El oxígeno sólo contribuye con el 1 %, el carbono con el 0,3 % y el neón y el hierro con el 0,2 %.

La distancia que nos separa del Sol equivale a un poco más de ocho minutos de luz. Esto significa que la luz, viajando a una velocidad de 300 000 km/s, se tarda más de ocho minutos en recorrer la distancia que nos separa del Sol. Es por eso, que cualquier cambio que sucede en la superficie solar, lo podemos ver con un retraso de ocho minutos. Esta distancia, conocida como unidad astronómica (u.a.), se traduce a 150 millones de kilómetros, lo cual es 390 veces más que la distancia a la Luna y 3 750 veces mayor que el largo del ecuador.

---

<sup>3</sup> <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num10/art67/art67.pdf>

La temperatura en el Sol es tan alta, que el material se encuentra en estado plasma, esto es, separado en iones y electrones. A este estado se le conoce comúnmente como el cuarto estado de la materia, debido a la carga eléctrica de las partículas. El material de un plasma interactúa con campos eléctricos y magnéticos y se comporta de manera muy diferente a un gas neutro. El 99% de la materia visible en el universo está en estado plasma, por lo que al estudiar a nuestra estrella podemos aprender sobre fenómenos que ocurren comúnmente en otros entornos

### **Estructura Solar**

**Núcleo:** el sol es un reactor de fusión estabilizado gravitacionalmente. La materia se encuentra casi completamente ionizada debido a las altas temperaturas. Es una esfera con un radio igual a la quinta parte que el solar. En el núcleo en cada segundo 5 millones de toneladas de masa son transformadas en energía.

**Zona radiactiva:** Gas opaco frena el escape de energía, manteniendo el núcleo caliente. Sin presión suficiente para crear fusión; la zona radiactiva y el Sol rotan como un cuerpo sólido.

**Zona Convectiva:** La convección estelar consiste de movimiento de masa de plasma dentro de la estrella, el cual usualmente forma patrones de corriente circulares en donde el plasma caliente asciende y el plasma frío desciende. La zona convectiva es

encuentra a una temperatura de alrededor de  $2 \times 10^6$  K. La zona convectiva y la zona radiativa están divididas por la estrecha zona llamada tacoclina.

**Fotosfera:** tiene un espesor de 500 kms y su límite exterior es el límite del globo solar visible. Casi todos los fotones que recibimos salen de la fotosfera. El gas que la compone se encuentra en equilibrio térmico con la radiación que la atraviesa por lo cual pueden ser aplicables las leyes de radiación de cuerpo negro.

**Cromosfera:** Por encima de la fotosfera del Sol se encuentra la cromosfera en donde la densidad de la materia disminuye rápidamente con la altitud. Su nombre proviene que en los eclipses totales aparece como una capa rojiza y luminosa. El espesor de la cromosfera es de sólo 8.000 km. aprox. En su parte superior, en la transición a la corona, vuelve a aumentar rápidamente la temperatura.

**Corona Solar:** La corona, la envoltura más externa del Sol, tiene escasa luminosidad y resulta inobservable en el cielo diurno. No así durante eclipses totales o con ayuda de un coronógrafo.

**Heliosfera:** La heliosfera sería la región que se extiende desde el Sol hasta más allá de Plutón y que se encuentra bajo la influencia del viento solar. Es en esta región donde se extienden los efectos de las tormentas geomagnéticas y también donde se extiende el influjo



del campo magnético solar. La heliosfera protege al sistema solar de las radiaciones provenientes del medio interestelar y su límite se extiende a más de 100 UA del Sol, límite solo superado por los cometas.

### **Constante Solar**

Es la cantidad de energía recibida en forma de radiación solar por unidad de tiempo y unidad de superficie, medida en la parte externa de la atmósfera terrestre en un plano perpendicular a los rayos del Sol. Para calcularla basta con dividir el flujo energético que emite el Sol por la relación de áreas entre la superficie del Sol y la de una esfera de radio. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$K = \sigma \cdot T_{\text{eff}}^4 \cdot \left(\frac{r_s}{a_0}\right)^2 = 1366 \frac{W}{m^2} \dots (1)$$

### **Tipos De Radiación Terrestre**

#### **A. Radiación solar directa**

Es aquella que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.

### **B. Radiación solar difusa**

Parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes o absorbida por éstas. Esta radiación, que se denomina difusa, va en todas direcciones, como consecuencia de las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo, etc. Este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque sólo ven la mitad

### **C. Radiación reflejada**

La radiación reflejada es, como su nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no ven ninguna superficie terrestre y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.

### **D. Radiación global**

Es la radiación total. Es la suma de las tres radiaciones.

#### **2.2.1.1. Energía solar en el mundo<sup>4</sup>.**

La energía solar, más que cualquier otra fuente renovable, ha impulsado el crecimiento de las formas alternativas de generación de energía en el mundo.

Según el informe 'Tendencias globales de inversión en energía renovable 2018', de ONU Medioambiente, en 2017 el incremento de la energía solar fotovoltaica, aquella generada a partir de paneles solares, fue de 98 gigavatios.

Es decir, representó el 38 por ciento de la nueva capacidad de generación energética mundial, superando el crecimiento de otras fuentes como el carbón (con 35 gigavatios) o las hidroeléctricas (con 19 gigavatios).

Una de las causas, según explica Carlos Arredondo, investigador del programa de ingeniería en energía de la Universidad de Medellín, es “un aumento en la demanda de energía solar en los últimos años que, junto con la innovación tecnológica, ha permitido la reducción de los costos de producción de energía solar”.

El informe muestra que el costo nivelado eléctrico, una medida para determinar la cantidad de dinero que debe invertir un generador para recuperar su inversión y obtener una ganancia según la fuente de

---

<sup>4</sup> <https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/generacion-de-energia-solar-aumento-en-2017-en-el-mundo-205376>

energía, disminuyó un 15 por ciento para la solar en 2 017 y un 72 por ciento desde 2 009.

Por lo tanto, los desarrolladores han podido generar cada año más megavatios por la misma cantidad de dinero.

Arredondo destaca además la preocupación de países como India, Estados Unidos y China por las energías renovables: “Se trata de países industrializados y con un PIB elevado que deciden dirigir sus inversiones hacia una descarbonización de la energía. Algunos, como Arabia Saudita, toman esta decisión no obstante tener grandes reservas de petróleo”.

China en particular aporta el 45 por ciento de la inversión mundial en energías limpias, con 126 000 millones de dólares; cuatro veces más que Estados Unidos, que se mantiene como el segundo inversionista del mundo pese a que desde 2 016 su participación en el sector ha venido disminuyendo.

Si bien la incertidumbre en política ambiental generada por el gobierno de Donald Trump no ha alcanzado a afectar sustancialmente la apuesta de este país por energías renovables, “las estrategias comerciales cambiantes han afectado la energía solar a pequeña escala”, señala el informe.

A pesar de esta y otras reducciones como la de Europa, que fue del 36 por ciento, la inversión global en energías renovables subió un 2 por ciento en 2 017.

Según el estudio, las iniciativas de energía solar y eólica son lideradas cada vez más por grandes fabricantes en lugar de empresas pequeñas, lo que también ha aportado a su crecimiento.

El informe resalta finalmente que el principal reto es un escenario a corto plazo en el que los proyectos de energía renovable deberán sobrevivir sin el subsidio a los precios que hasta ahora mantienen los gobiernos.

#### **2.2.1.2. Energía solar en el Perú<sup>5</sup>.**

La energía solar es una de las opciones que se están desarrollando como alternativas a las energías provenientes de la quema de combustibles fósiles. A diferencia de los países nórdicos, el territorio peruano, por estar mucho más próximo al Ecuador, cuenta con sol durante la mayor parte del año. Según el Atlas Solar del Perú elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, el Perú tiene una elevada radiación solar anual siendo en la sierra de aproximadamente 5.5 a 6.5 kWh/m<sup>2</sup>; 5.0 a 6.0 kWh/m<sup>2</sup> en la Costa y en la Selva de aproximadamente 4.5 a 5.0 kWh/m<sup>2</sup>.

En el Perú hay tres ámbitos donde se ha desarrollado el uso de energía solar en el Perú. El primer ámbito (y más tradicional) es el uso como fuente térmica a través de termas de agua en zonas del sur peruano, principalmente Arequipa y Puno, departamentos en los que existe cerca de 30 empresas dedicadas a la fabricación y mantenimiento de estos aparatos. No obstante, aún es amplio el

---

<sup>5</sup> <http://gruporural.pucp.edu.pe/nota/el-desarrollo-de-la-energia-solar-en-el-peru/>

camino a recorrer para masificar el uso de paneles solares tanto para áreas urbanas como rurales destinados al uso térmico el cual implicaría menor consumo de la red eléctrica en los hogares (una termo eléctrica es uno de los principales consumidores de energía eléctrica en un hogar). Asimismo su uso no se limitaría a lo domestico sino también podría incluirse en usos productivos como secadores de granos para la agricultura (en la zona sur la producción de granos andinos como kiwicha, quinua, kañihua es alta) así como para como la potabilización de agua en aquellas zonas que lo requieran.

Otro ámbito donde existen avances es en la provisión de electricidad a las zonas rurales. Según datos del 2011, el 16% población peruana no tiene electricidad en sus casas, cifra que se eleva a 22% en las zonas rurales. Según la Dirección General de Electrificación Rural aún existen cerca de 500 000 hogares ubicados en zonas rurales que quedarían sin ser atendidos por los programas públicos de electrificación. El Plan de Electrificación Nacional de Electrificación Rural cerca de 345 823 hogares deberán ser cubiertos con módulos fotovoltaicos en espacios rurales.

Entre los proyectos existentes está el financiado por el Banco Mundial, el Global Environment Facility – GEF y el MEM que ya ha subvencionado la provisión de electricidad a 2 216 hogares que con sistemas fotovoltaicos pilotos. Asimismo, dentro de este esquema existiría en cartera otro subproyectos para llegar a 7 000 hogares más. Otro programa es Euro Solar, que provee 130 pequeñas

centrales de energía híbrida (eólico-solar) destinadas a abastecer de energía a postas, colegios y locales comunales rurales. Asimismo, el programa Luz para Todos del Gobierno Central contempla que cerca de 11 640 nueva localidades con servicio eléctrico serán atendidas con fuentes renovables siendo una buena parte de ellas a través de sistemas fotovoltaicos. Entre las opciones para la electrificación rural están los sistemas fotovoltaico domiciliario (SFD). La empresa estatal ADINELSA, encargada de la promoción de la electrificación rural en áreas no concesionadas, ya posee más 1500 SFDs operativos en el sur del país.

El tercer ámbito de desarrollo, y el más promisorio, es el que ha surgido con la concesión de las 4 centrales solares que se enlazarán al Sistema Eléctrico Nacional (SEIN) luego de la primera subasta de suministro de electricidad de Recursos Energéticos Renovables (RER) llevada a cabo por el Ministerio de Energía y Minas. Las compañías españolas T-Solar Global y Solarpack Corporación Tecnológica son las que construirán estas cuatro centrales fotovoltaicas, con una potencia conjunta de 80 megavatios (mw). Estas empresas han firmado contratos con el Gobierno Peruano que les permite asegurar la venta de electricidad producida de fuentes solares durante un lapso de 20 años. Según Juan Laso, Director General de T Solar, esta adjudicación le permitirá “incrementar la cartera de proyectos en fase de desarrollo de T-Solar, que suman una potencia superior a los 650 MW”.

Como vemos, el sector de la energía solar va desde pequeñas instalaciones familiares hasta grandes proyectos de centrales solares. Es interesante que los avances, en este último caso, generen el desarrollo tecnológico y la difusión de esta fuente de energía renovable en el país. Una característica primordial de la energía solar es su capacidad para adecuarse a proyectos de mediana y pequeña envergadura para usuarios individuales. Por ejemplo, en ámbitos urbanos se pueden desarrollar instalaciones fotovoltaicas que se integren a grandes superficies expuestas como estacionamientos, edificios, marquesinas. De hecho, la T –Solar ya desarrolla proyectos de este tipo en España. Este tipo de innovaciones permite acercar la producción de electricidad al punto de consumo evitando pérdidas durante el transporte y además de reemplazar el consumo de energía eléctrica de la red nacional y ahorrar costos a quienes la implementan.

No cabe duda de que las opciones de uso de la energía solar son grandes. Lamentablemente, aún existe desconocimiento de aquellos sectores que pueden aprovecharlo más intensamente. Desarrollar este subsector energético sería crucial ya que es una de las mejores opciones para cambiar la actual matriz energética mundial intensiva en gases de efecto invernadero.

### **2.2.2. Sistema fotovoltaico**

Se define como el sistema Fotovoltaico el conjunto de componente mecánico, eléctrico y electrónico que concurren para captar y



transformar la energía solar disponible, transformándola en utilizable como energía eléctrica.

Estos sistemas, independientemente de su utilización y del tamaño de potencia, se pueden dividir en dos categorías:

1. Aislados (stand alone)
2. Conectados a la red (grid connected)

**Los sistemas aislados**, por el hecho de no estar conectados a la red eléctrica, normalmente están equipados con sistemas de acumulación de la energía producida. La acumulación es necesaria porque el campo fotovoltaico puede proporcionar energía sólo en las horas diurnas, mientras que a menudo la mayor demanda por parte del usuario se concentra en las horas de la tarde y de la noche. Durante la fase de insolación es, por tanto, necesario prever una acumulación de la energía no inmediatamente utilizada, que es proporcionada a la carga cuando la energía disponible es reducida e incluso nula.

Una configuración de este tipo implica que el campo fotovoltaico debe estar dimensionado de forma que permita, durante las horas de insolación, la alimentación de la carga y de la recarga de las baterías de acumulación.

**Los sistemas conectados en red**, en cambio, normalmente no tienen sistemas de acumulación, ya que la energía producida durante las horas de insolación es canalizada a la red eléctrica; al contrario, durante las horas de insolación escasa o nula, la carga viene alimentada por la red. Un sistema de este tipo, desde el punto de vista

de la continuidad de servicio, resulta más fiable que uno no conectado a la red que, en caso de avería, no tiene posibilidad de alimentación alternativa.

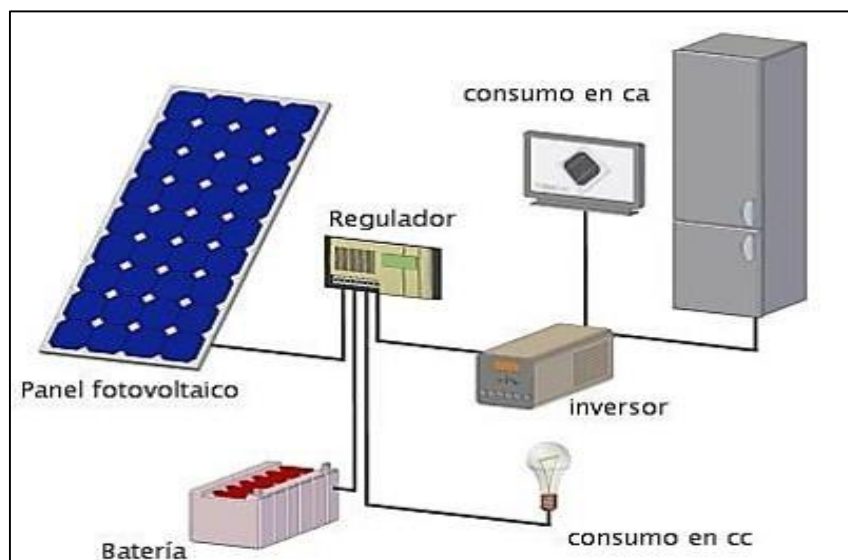
En este caso, se pueden obtener sistemas de alta fiabilidad integrando el sistema aislado con una fuente energética tradicional, por ejemplo, diesel (sistema híbrido diesel-fotovoltaico). La tarea de los sistemas conectados a la red es, por tanto, la de introducir en la red la mayor cantidad posible de energía.

La estructura física de un sistema fotovoltaico (aislado o conectado a la red) puede ser muy diferente.

Se pueden distinguir tres elementos fundamentales:

1. El campo fotovoltaico
2. Sistema de acondicionamiento de la potencia
3. Sistema de adquisición de datos.

Es necesario tener en cuenta que en el caso especial de sistemas sin acumulación conectado en red, es la red misma la que desempeña la tarea de acumulador, de capacidad infinita. La carga la representa, en cambio, el usuario conectado a la red, como sucede en cualquier otro sistema “grid connected”. (Chavez Guerrero 2012)



**Figura N° 4:** Esquema de un Sistema Fotovoltaico<sup>6</sup>

#### 2.2.2.2. Subsistema de captación:

Denominado panel solar o módulo fotovoltaico, su principal función es de la de proporcionar energía a la instalación a partir de la irradiación solar, aprovechando el efecto fotoeléctrico.

Un panel solar está formado por la interconexión de varias células solares en serie y/o paralelo, para adaptar el panel a los niveles de tensión y corriente, puesto que cada célula puede suministrar del orden de 0,5 voltios. Las células solares, o células fotovoltaicas, más utilizadas son las formadas por una unión P-N y construidas con silicio monocristalino. Los paneles solares se fabrican mediante la cristalización del silicio, por lo

<sup>6</sup> <https://www.greenenergy-latinoamerica.com/componentes-sistema-fotovoltaico/imagen2-6/>

que se encuentran tres tipos principales (los más utilizados):  
(Pareja Aparicio 2010)

1. Monocristalino
2. Policristalino
3. Amorfo:

#### **2.2.2.3. Subsistema de regulación**

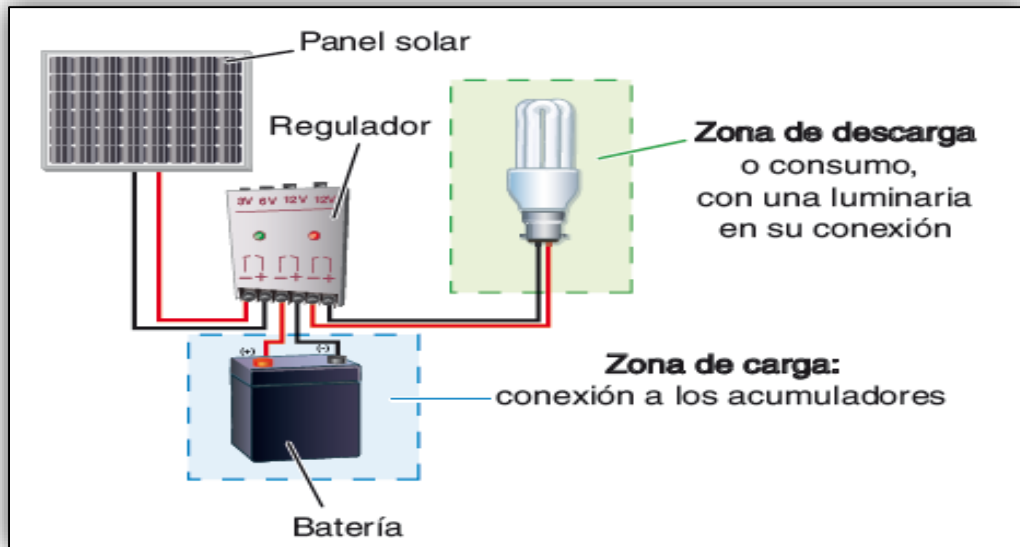
Para un funcionamiento satisfactorio de la instalación fotovoltaica en la unión de los paneles solares con la batería ha de instalarse un sistema de regulación de carga. Este sistema es siempre necesario, salvo en el caso de los paneles autorregulados.

El regulador tiene como función fundamental impedir que la batería continúe recibiendo energía del colector solar una vez que ha alcanzado su carga máxima. Si, una vez que se ha alcanzado la carga máxima, se intenta seguir introduciendo energía, se inicia en la batería procesos de gasificación (hidrólisis del agua en hidrógeno y oxígeno) o de calentamiento, que pueden llegar a ser peligroso y, en cualquier caso, acortaría sensiblemente la vida de la misma.

Otra función del regulador es la prevención de la sobre descarga, con el fin de evitar que se agote en exceso la carga de la batería, siendo éste un fenómeno, que como ya se ha dicho, puede provocar una sensible disminución en la capacidad de carga de la batería en sucesivos ciclos. Algunos

reguladores incorporan una alarma sonora o luminosa previa a la desconexión para que el usuario pueda tomar medidas adecuadas, como reducción del consumo, u otras. Los reguladores más modernos integran las funciones de prevención de la sobrecarga, y que además suministra información del estado de carga de la batería. Estos reguladores también pueden incorporar sistemas que sustituyan a los diodos encargados de impedir el flujo de electricidad de la batería a los paneles solares en la oscuridad, con un costo energético mucho menor.

También es interesante incorporar modelos de regulación que introducen modos de carga “en flotación”, lo cual permite una carga más completa de las baterías y un mejor aprovechamiento de la energía de los paneles. Las características eléctricas que definen un regulador son su tensión nominal y la intensidad máxima que es capaz de disipar. (Chavez Guerrero 2012)



**Figura N° 5:** Regulador conectado en un sistema fotovoltaico<sup>7</sup>

#### 2.2.2.4. Subsistema de adaptación de corriente

Está constituido por los convertidores e inversores, elementos cuya finalidad es adaptar las características de la corriente generada a la demanda total o parcial de las aplicaciones. (Muñoz Anticono 2005)

Los inversores solares fotovoltaicos son el componente necesario para transformar la corriente continua que genera la instalación solar en corriente alterna 220v 50Hz. El inversor solar permite la utilización de consumos a 220-230v nutridos de una instalación solar, sin inversor solar, será necesario que todos los consumos sean en corriente continua (12V, 24V o 48V). Existen dos tipos de inversor, los inversores **de onda senoidal pura** e **inversores trifásicos**, recomendamos siempre que se use el inversor de onda senoidal pura a todos los efectos<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> (Chavez Guerrero 2012)

<sup>8</sup> <https://www.autosolar.es/inversores>

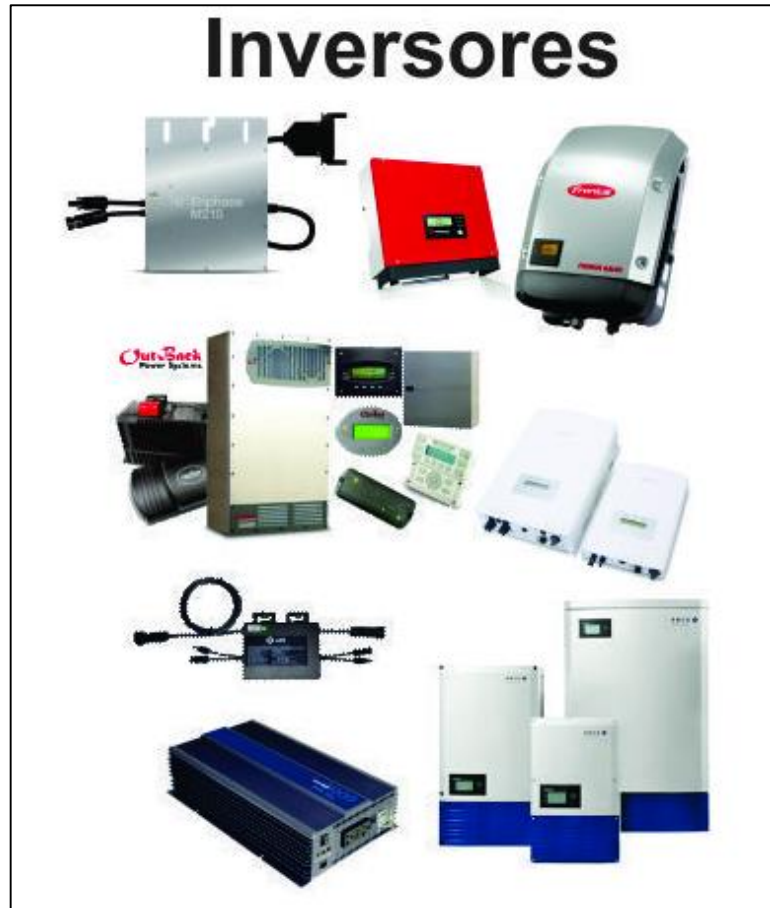
**Los inversores de onda senoidal pura** son aquellos que son capaces de reproducir una onda uniforme entre los diferentes pulsos. La ventaja que tiene este tipo de inversor frente a los inversores de onda senoidal modificada o cuadrada es que los pulsos entre las ondas son mucho más bruscos y segmentados. Es por ello, que para la utilización de aparatos electrónicos será muy recomendable la utilización de los inversores de onda senoidal pura, ya que permitirá que el tipo de corriente con el que alimentemos el aparato será exactamente igual a la que podemos recibir de la red eléctrica convencional. La repercusión de la utilización de inversores de onda senoidal pura es que la vida de los aparatos electrónicos será mucho más larga en comparación con los inversores de onda senoidal modificada<sup>9</sup>.

Los inversores trifásicos pueden ser para instalaciones solares aisladas con sistemas de conexión a red, los inversores trifásicos incorporan el regulador de carga MPPT, en cada modelo de inversor deberemos fijarnos en la ficha técnica cuántos paneles solares admite el mismo así como las líneas de módulos que deberemos instalar para alcanzar el voltaje de trabajo óptimo del inversor. Los inversores trifásicos de aislada son todos a 48V, lo que quiere decir que deberemos de instalar un banco de baterías de 48V para poder hacer funcionar

---

<sup>9</sup> <https://autosolar.es/inversores/inversores-onda-senoidal-pura>

correctamente el sistema. Los inversores trifásicos suelen utilizarse en lugares donde hay un consumo elevado de energía en viviendas o para uso industrial<sup>10</sup>.



**Figura N° 6:** inversores para sistemas fotovoltaicos<sup>11</sup>

#### **2.2.2.5. Subsistema de acumulación**

En las instalaciones fotovoltaicas lo más habitual es utilizar un conjunto de baterías para almacenar la energía eléctrica generada durante las horas de radiación, para su utilización

<sup>10</sup> <https://autosolar.es/inversores/inversores-trifasicos>

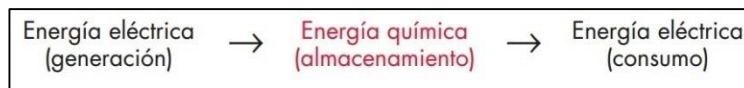
<sup>11</sup> <https://www.tiendasolar.mx/productos/inversores-solares.html>



posterior en los momentos de baja o nula insolación. (Muñoz Anticona 2005)

#### **A. Funcionamiento de las baterías.**

Las baterías son dispositivos capaces de transformar la energía química en eléctrica, el funcionamiento en una instalación fotovoltaica será la siguiente:



Las baterías son recargadas desde la electricidad producida por los paneles solares, a través de un regulador de carga, y pueden entregar su energía a la salida de la instalación, donde será consumida.

Tres son las misiones de las baterías en las instalaciones:

- a) Almacenar energía durante un determinado número de días.
- b) Proporcionar una potencia instantánea elevada.
- c) Fijar la tensión de trabajo de Instalación.

Uno de los parámetros más importante que tener en cuenta a la hora de elegir un acumulador o batería es la capacidad. Se define como la cantidad de electricidad que puede lograrse en una descarga completa del acumulador partiendo de un estado de carga total del mismo Se mide en amperios hora (Ah), y se calcula como el producto de la intensidad de descarga del acumulador durante el tiempo en el que está actuando.

$$C = I \times T \dots (2)$$

Donde:

C : Capacidad de la batería en Ah

T : Tiempo

I : Corriente.

Además de la capacidad, debemos considerar los otros parámetros en los acumuladores que vamos a utilizar en nuevas instalaciones fotovoltaicas:

**Eficiencia de carga:** relación entre la energía empleada para recargar la batería y la energía realmente almacenada. Interesa que sea un valor lo más alto posible (próximo al 100%, lo que indican que toda la energía utilizada para la recarga es factible de ser empleada en la salida de la instalación). Si la eficiencia es baja, será necesario aumentar el número de paneles solares para obtener los resultados deseados.

**Autodescarga:** proceso mediante el cual el acumulador, sin estar en uso, tiende a descargarse.

**Profundidad de descarga:** cantidad de energía, en tanto por ciento, que se obtiene de la batería durante una determinada descarga, partiendo del acumulador totalmente cargado. Está relacionada con la duración o vida útil del acumulador. Si los ciclos de descarga son cortos (en torno

al 20%, por ejemplo) la duración del acumulador será mayor que si se le somete a descargas profundas, (por ejemplo, del 80%).

Además de los parámetros eléctricos, las características que serán deseables para las baterías a utilizar en las instalaciones solares son:

- a)** Buena resistencia al vaciado (proceso de carga-descarga).
- b)** Bajo mantenimiento.
- c)** Buen funcionamiento de corrientes pequeñas.
- d)** Amplia reserva de electrolitos.
- e)** Depósito para materiales desprendidos.
- f)** Vasos transparentes.

Existen diferentes tecnologías en la fabricación de baterías, si bien unas son más adecuadas que otras para utilizarlas en las instalaciones solares.<sup>12</sup>

### **Características Eléctricas de las Baterías<sup>13</sup>.**

Las características eléctricas más relevantes de las baterías son las siguientes:

---

<sup>12</sup> <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>

<sup>13</sup> Santa Cruz Santa Cruz, Kleber Jesús. "Diseño De Un Sistema Híbrido Eólico Fotovoltaico Para El Suministro De Energía Eléctrica Del Centro Poblado Nueva Esperanza Ubicado En El Distrito De Catache-Santa Cruz - Cajamarca", Lambayeque – 2018.

**Carga:** Es el proceso por el cual se convierte la energía eléctrica generada por una fuente externa en energía química almacenada en la batería.

**Descarga:** Es la conversión de la energía química de una batería en la energía eléctrica que se utiliza en un dispositivo de consumo eléctrico.

**Ciclo:** Cuando se refiere a las baterías, un ciclo es el proceso por el cual a partir de cierto nivel de energía almacenada la batería se descarga y posteriormente se carga hasta alcanzar el nivel original de energía.

**Ciclos de vida:** Es la cantidad de ciclos de carga y descarga, bajo condiciones determinadas, que una batería puede soportar antes de disminuir a las condiciones de capacidad que determinan el término de su vida útil.

**Densidad de energía:** Es la energía disponible de una batería por unidad de volumen ( $\text{Wh/ lts}$ ) o por unidad de peso ( $\text{Wh / kg}$ ). El fabricante entrega este valor como característica inicial.

**Densidad de potencia:** Es la potencia disponible de una batería por unidad de volumen ( $\text{W / l}$ ) o de peso ( $\text{W / kg}$ ). El fabricante entrega este valor como característica inicial.

**Régimen de descarga:** Valor de corriente que se extrae de la batería.

Normalmente se expresa como una fracción de la capacidad nominal de la batería o se referencia la cantidad de horas de duración de la descarga.

**Días de reserva:** Es la cantidad de días que una batería con carga completa puede satisfacer una determinada demanda de energía, a una cierta tasa de descarga.

**Profundidad de descarga:** Son los Amperes-hora (Ah) extraídos desde una batería con carga completa, expresados como el porcentaje de su capacidad nominal a una tasa de descarga específica.

**Descarga profunda:** Se habla de descarga profunda cuando la batería entrega una cantidad de energía de hasta un 80% de su capacidad nominal, es decir mantiene un 20% de su capacidad.

**Descarga superficial:** Es cuando la batería entrega una cantidad de energía hasta un 20 % de su capacidad nominal.

**Tasa de descarga:** Es la intensidad, en Amperes, en que la corriente eléctrica es entregada por la batería a una resistencia eléctrica conectada en sus bornes bajo condiciones específicas de operación.

**Capacidad de energía:** Es la energía, expresada en unidades de Ampereshora (Ah), que una batería puede entregar a una tasa de descarga especificada a partir de un nivel de carga completa hasta descarga completa. Es usual expresar esta capacidad en cantidad de Amperes-hora considerando tensiones nominales en la batería, sea de 6, 12, 24, 48 Volts (V) según corresponda.

**Horas de capacidad:** Es el número de horas que una batería puede entregar una corriente constante antes de

alcanzar un nivel de descarga específica (80 %, 60 %) partiendo de carga nominal.

**Sobrecarga:** Es la corriente que se continúa entregando a la batería después que ésta a alcanzado su plena carga. Esta energía adicional produce daño a las baterías ya que se producen transformaciones electroquímicas que deterioran los componentes internos.

**Capacidad nominal:** Es un dato proporcionado por el fabricante que indica la cantidad de Amperes-hora que puede ser extraído desde la batería con plena carga a una tasa de descarga específica y a temperatura de operación nominal hasta que se alcanza el valor de descarga nominal.

**Pérdidas de capacidad:** Es el proceso por el cual la capacidad disponible de la batería disminuye por efectos de las reacciones químicas internas de sus componentes básicos. Esta pérdida de capacidad puede ser paulatina producto del envejecimiento de los componentes o de forma imprevista producto de una operación inapropiada (descarga completa, falla en mantenimiento ó cortocircuito en sus bornes).

**Tensión en circuito abierto:** Diferencia de potencial, expresada en Volt, que aparece en los bornes de una batería cuando se encuentra en circuito abierto, esta tensión o voltaje depende del nivel de carga de la batería siendo mayor en la medida que tiene más carga.

**Tensión nominal:** Es la tensión que aparece en los terminales de la batería en condiciones de plena carga y con intensidad de corriente de descarga.

**Tensión de descarga:** Es la tensión que aparece en los terminales de la batería en condiciones de descarga o cuando se alcance un nivel de descarga determinado. Es recomendable que el fabricante proporcione el valor de la tensión en los bornes de salida en función del porcentaje de carga de la batería.

**Baterías de ciclo profundo:** Son aquellas que se fabrican especialmente para soportar descargas profundas sin sufrir deterioro en su conformación interna.

**Baterías selladas:** Son aquellas que constan de un sistema de protección que impide el derramamiento del electrolito.

#### **2.2.2.6. Montaje de paneles solares<sup>14</sup>**

El tipo de estructura depende de las condiciones climatológicas, la aplicación y los requerimientos específicos de cada proyecto. Para nuestro caso, analizaremos si se debe utilizar **seguidores solares** o **un sistema fijo**.

---

<sup>14</sup> (Valdiviezo Salas 2014)

## **Sistema Fijo**

Este sistema está fijo y para ello se debe realizar un estudio de determinación de la inclinación adecuada. El mantenimiento es mínimo, es la estructura que genera menor eficiencia pero es la más económica.

El sistema fijo tiene mayor duración y casi no requiere mantenimiento. Debido a que no puede variar la inclinación, se debe considerar la lluvia y efecto de sombras en la elección de la inclinación.



***Figura N° 7:*** Estructura Fija<sup>15</sup>

## **Seguidores Solares**

Especialmente en cielos despejados, con alto efecto de radiación directa (nubosidad baja), se suele utilizar seguidores solares. Estos incrementan los costos iniciales, ya que se

---

<sup>15</sup> (Valdiviezo Salas 2014)



necesitan sistemas de control para modificar la inclinación (seguir al sol), un motor, engranajes y demás elementos mecánicos. Además, se necesitan realizar un mantenimiento a estos equipos mecánicos. Sin embargo, al seguir al sol en su trayectoria, suelen incrementar las potencias generadas. Existen diversos tipos de seguidores solares en la actualidad.

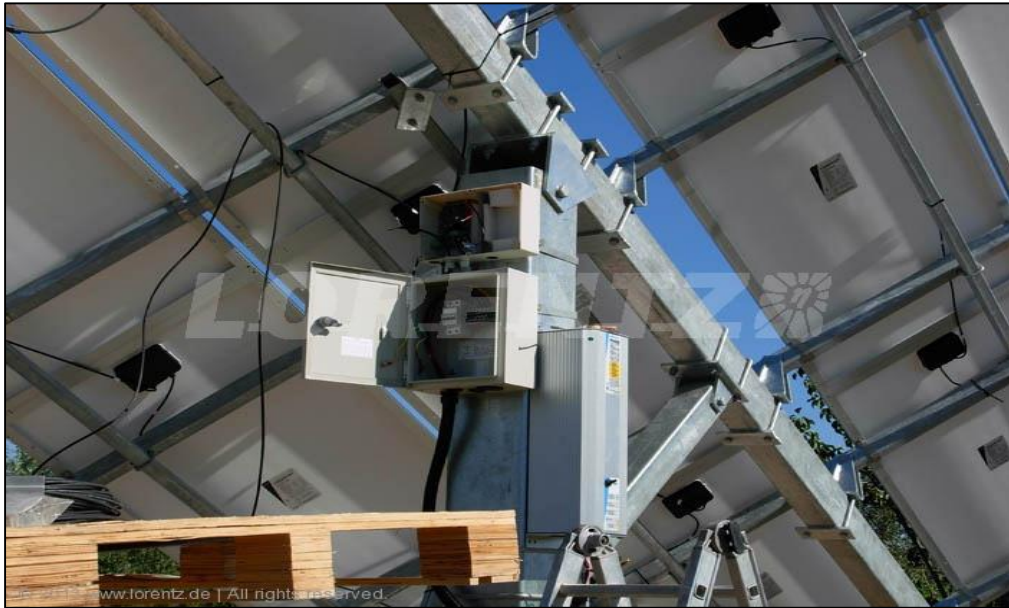
1. Seguidores de un solo eje: Horizontal, vertical, polar.
2. Seguidores doble eje



**Figura N° 8:** Instalación de Seguidor Solar<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> (Valdiviezo Salas 2014)



**Figura N° 9:** Detalle de componentes adicionales para Seguidor Solar

#### 2.2.2.7. La carga<sup>17</sup>

Es la cantidad de energía eléctrica que se debe proporcionar a un sistema para su funcionamiento. Está determinada por dos valores, los cuales varían de acuerdo al sistema analizado:

**Tipo de carga:** Existen tres tipos de carga (consumo):

CD (Corriente Directa)

CA (Corriente Alterna)

Mixta (CD y CA)

**Régimen de carga:** El régimen de carga está definido por los valores de tres variables:

---

<sup>17</sup> (Bárcena Maldonado y Bárcena Maldonado 2014)

La cantidad de energía que la carga requiere por día.

El período del día durante el cual se usará esa energía.

El valor máximo (pico) que alcance el consumo.

### **2.2.3. Evaluación económica de proyectos de inversión**

Los sistemas fotovoltaicos tienen actualmente múltiples aplicaciones (en el sector doméstico, industrial y agropecuarias, pero es necesario un análisis de viabilidad económica y factibilidad técnica para determinar si es la más apropiada para tal fin.

#### **2.2.3.1. Indicadores**

El VAN y el TIR son dos herramientas financieras procedentes de las matemáticas financieras que nos permiten evaluar la rentabilidad de un proyecto de inversión, entendiéndose por proyecto de inversión no solo como la creación de un nuevo negocio, sino también, como inversiones que podemos hacer en un negocio en marcha, tales como el desarrollo de un nuevo producto, la adquisición de nueva maquinaria, el ingreso en un nuevo rubro de negocio, etc<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Llauce Chozo, A. J. (2016). *Implementación de sistema fotovoltaico para reducir el consumo de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica en el restaurant el Cruceñito, ubicado en el km 901, carretera Lambayeque – Piura.*

### **Valor Actual Neto (VAN)**<sup>19</sup>

El Valor Actual Neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como Valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN).

Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en número de unidades monetarias (euros, dólares, pesos, etc.).

Se utiliza para la valoración de distintas opciones de inversión. Ya que calculando el VAN de distintas inversiones vamos a conocer con cuál de ellas vamos a obtener una mayor ganancia<sup>20</sup>.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} \dots (1)$$

$F_t$  : son los flujos de dinero en cada periodo  $t$

$I_0$  : es la inversión realiza en el momento inicial (  $t = 0$  )

$n$  : es el número de periodos de tiempo

---

<sup>19</sup> <http://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

<sup>20</sup> <http://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

$k$  : es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión

El VAN sirve para generar dos tipos de decisiones: en primer lugar, ver si las inversiones son efectuales y en segundo lugar, ver qué inversión es mejor que otra en términos absolutos. Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

**$VAN > 0$**  : el valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.

**$VAN = 0$**  : el proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.

**$VAN < 0$**  : el proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

### **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

Sapag Chain y Sapag Chain (2008, pág. 323) nos indica lo siguiente:

El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. La TIR “representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo (principal e interés acumulado) se

pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo”. Aunque ésta es una apreciación muy particular de estos autores (no incluye los conceptos de costo de oportunidad, riesgo ni evaluación de contexto de la empresa en conjunto), sirve para aclarar la intención del criterio.

La tasa interna de retorno puede calcularse aplicando la siguiente ecuación:

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} \dots (2)$$

$F_t$ : son los **flujos de dinero** en cada periodo  $t$

$I_0$ : es la inversión realiza en el momento inicial (  $t = 0$  )

$n$ : es el número de periodos de tiempo

### **Criterio de selección de proyectos según la Tasa interna de retorno**

El criterio de selección será el siguiente donde “ $k$ ” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

**Si  $TIR > k$ , el proyecto de inversión será aceptado.** En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.

**Si  $TIR = k$ , estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero.** En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.

**Si  $TIR < k$ , el proyecto debe rechazarse.** No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

### **Otros indicadores de decisión**

Sapag Chain y Sapag Chain (2008, pág. 329) nos indica lo siguiente:

Muchos otros métodos se han desarrollado para evaluar proyectos, aunque todos son comparativamente inferiores al valor actual neto; algunos por no considerar el valor tiempo del dinero y otros porque, aunque lo consideran, no entregan una información tan concreta como aquél.

Uno de los criterios tradicionales de evaluación bastante difundido es el del periodo de recuperación (***PR***) de la inversión, mediante el cual se determina el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial, resultado que se compara con el número de periodos aceptable por la empresa. Si los flujos fuesen idénticos y constantes en cada periodo, el cálculo se simplifica a la siguiente expresión:

$$PR = \frac{I_0}{BN} \dots (3)$$

donde  $PR$ , periodo de recuperación, expresa el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial  $I_0$  cuando los beneficios netos generados por el proyecto en cada periodo son  $BN$ .

### 2.3. Definición conceptual de la terminología empleada<sup>21</sup>.

**Ángulo de Inclinación** -- Es el ángulo al cual el arreglo solar se inclina en relativo a la posición horizontal en dirección al sol. Ese ángulo puede ajustarse para maximizar la energía disponible durante el año.

**Arreglo Solar** - Un sistema interconectado de módulos fotovoltaicos que funcionan como una unidad independiente de producción de electricidad. Los módulos o paneles solares se instalan en estructuras con monturas y apoyos comunes.

**Batería** - Dos o más celdas electroquímicas en un contenedor y conectados eléctricamente en un arreglo en serie/paralelo para proveer el voltaje de operación y corriente requerido.

**Batería de Ácido-Plomo** — Es una categoría general que incluye baterías con placas de plomo, plomo-antimonio, plomo-calcio inmersos en un electrolito de ácido.

**Batería de Almacenamiento** — Es un dispositivo capaz de transformar energía química a eléctrica y viceversa. La reacción es reversible, durante

---

<sup>21</sup> (Ixtobe Portabelle 2010)



descarga la energía química se transforma en energía eléctrica para alimentar el inversor y suplir energía a los enseres eléctricos.

**Batería Libre de Mantenimiento o Sellada** — Es una batería sellada que no se le añade agua para mantener los niveles de electrolitos, ejemplo de ellas son de gelatina y absorbed glass mat (AGM). Es una batería con el electrolito inmovilizado y con válvulas de presión. Se les conoce también batería de válvula regulada y son baterías libres de mantenimiento.

**Batería Tipo Gel:** Batería de Plomo-Acido en la cual el electrolito se compone de gelatina de sílica.

**Capacidad de Energía de Baterías** — La energía total disponible, expresada en vatios-hora o kilovatios-hora, que puede ser extraída de una batería totalmente cargada. La capacidad de energía depende de temperatura, la edad de la batería y el voltaje al cual se descarga la batería.

### **Capacidad nominal de batería**

Cantidad de ampere horas que se puede obtener de una batería según las condiciones especificadas de descarga, tales como el voltaje mínimo (cut-off voltaje), temperatura y corriente.

### **Caja de conexión**

Caja, protegida de la intemperie, donde se conectan los cables de los paneles, los protectores contra rayos, sobrecarga, etc. Normalmente ubicada en un lugar accesible, detrás del panel PV.

### **Carga mínima**

Pequeña carga que compensa la auto-descarga de las baterías con el fin de mantener las baterías con carga máxima.

### **Conjunto de paneles**

Grupos de paneles en una instalación PV.

### **Conexión en paralelo**

Método de interconexión de células o módulos donde los terminales positivos de todos los elementos están conectados entre si y los terminales negativos también. En este caso, se suma las corrientes de los elementos.

### **Conexión en serie**

Método de interconexión de células o módulos donde el terminal positivo de un elemento está conectado al terminal negativo del próximo en la serie. En este caso, se suma los voltajes de los elementos.

### **Celda Solar**

Es el elemento semiconductor más pequeño en un módulo fotovoltaico donde se produce energía eléctrica de la radiación solar incidente. Ciclo vida  
Número de ciclos de carga-descarga tolerada por una batería bajo condiciones normalizadas hasta que el comportamiento no cumple con las especificaciones; por ejemplo, hasta la capacidad disminuye a 80% de su capacidad nominal.

### **Condiciones STC**

Condiciones normalizadas para el ensayo de paneles: Radiación solar de 1 000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de la célula fotovoltaica 25°C, Valor espectral = 1,5 AM. Cabe aclarar que la radiación es casi siempre inferior a 1 000 Watts/m<sup>2</sup>, la temperatura frecuentemente excede los 25°C, mientras el valor espectral

puede variar entre 0,7 (a gran altura sobre el nivel del mar) e valores muy grandes (al atardecer).

### **Conjunto de módulos**

Los paneles o módulos PV que generan electricidad en un sistema PV. Corriente Alterna Corriente eléctrica con cambio frecuente del sentido de flujo, típicamente 50 o 60 ciclos por segundo (50 Hz en Argentina). La variación de la corriente es sinusoidal.

### **Radiación solar**

Energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

### **Irradiancia**

Densidad de potencia incidente en una superficie o a energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en  $\text{kW/m}^2$

### **Irradiación**

Energía incidente por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Se mide en  $\text{kWh/m}^2$ .

### **Generador fotovoltaico**

Asociación en paralelo de ramas series fotovoltaicas.

### **Rama o serie fotovoltaica**

Subconjunto de módulos conectados en serie o asociaciones serie paralelo con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

### **Potencia nominal del generador**

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

**Potencia instalada fotovoltaica o potencia nominal**

Suma de potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

**Célula solar o fotovoltaica**

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

**Modulo o panel fotovoltaico**

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

**Arreglo solar:** Conjunto de módulos solares fotovoltaicos conectados eléctricamente e instalados.

**Caja de conexión:** Caja a donde se llevan los cables para realizar las conexiones.

**Conductor eléctrico:** Todo material capaz de conducir la corriente eléctrica. Para transportar la energía eléctrica se utilizan “hilos” fabricados generalmente de cobre o aluminio.

**Consumo eléctrico:** Número de Watts hora (Wh) o Kilowatts hora (kWh) utilizados para que funcione un aparato eléctrico durante un tiempo. Depende de la potencia del aparato y del tiempo que esté funcionando.

**Constante solar:** Cantidad de energía solar que incide sobre una superficie de 1 m<sup>2</sup> por segundo, cuando ésta se halla en el tope de la atmósfera a la distancia medio sol-tierra. Su valor es aproximadamente 1,36 kW/m<sup>2</sup>.

**Corriente continua:** La corriente continua (CC o DC, en inglés) se genera a partir de un flujo continuo de electrones (cargas negativas) siempre en el mismo sentido, el cual va desde el polo negativo de la fuente al polo positivo.

Al desplazarse en este sentido los electrones, los huecos o ausencias de electrones (cargas positivas) lo hacen en sentido contrario, es decir, desde el polo positivo al negativo.

**Corriente de corto circuito:** Corriente que se mide en condiciones de corto circuito en los terminales de un módulo.

**Corriente de máxima potencia:** Corriente correspondiente al punto de máxima potencia.

**Cortocircuito:** Conexión accidental de dos conductores de distinta fase, o de éstos con el neutro.

**Curva I-V:** Característica Intensidad vs. Voltaje tomada bajo condiciones determinadas de radiación. Es la información esencial para caracterizar a los módulos fotovoltaicos.

**Diodo de bloqueo:** Dispositivo conectado en serie entre el módulo y la batería para prevenir el flujo de electricidad de la batería hacia los módulos.

**Diodo de bypass:** Dispositivo conectado en paralelo a los módulos para desviar el flujo a través suyo cuando sobre el módulo hay sombras o falla alguna celda.

**Eficiencia de la celda:** Relación entre la potencia que entrega una celda solar (expuesta a pleno sol) a la potencia solar incidente sobre ella.

**Horas de sol pico:** Número equivalente de horas a 1 kWh/m<sup>2</sup> de radiación solar que produce la misma cantidad de energía solar que bajo las condiciones reales de insolación.

**Instalación eléctrica:** Conjunto de aparatos y de circuitos asociados, en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

**Intensidad eléctrica:** Magnitud eléctrica definida como la cantidad de electricidad que pasa a través de la sección de un cable conductor en un segundo. Se mide en Amperios (A)

**Interruptor:** Aparato utilizado para conectar o desconectar parte de una instalación.

**Módulo o módulo solar fotovoltaico:** Conjunto de celdas solares interconectadas dentro de una unidad sellada.

**NOCT** (Nominal Operation Cell Temperature): Es la temperatura que alcanza la celda cuando ésta se expone a  $800 \text{ W/m}^2$  de radiación en un ambiente con aire a  $20^\circ\text{C}$  de temperatura y circulando a una velocidad de  $1 \text{ m/s}$ , cuando la celda está en circuito abierto.

**Potencia eléctrica:** Capacidad de los aparatos eléctricos para producir trabajo (la cantidad de trabajo realizado en la unidad de tiempo). La unidad de medida es el Watt (W), el kilowatt (kW) o el megawatt (MW).

**Punto de máxima potencia:** Punto de la curva I-V en donde el producto  $I * V$  (potencia) tiene su valor máximo.

**Tensión eléctrica:** Diferencia de potencial eléctrico que tiene que existir entre los bornes de conexión o entre dos partes activas de una instalación, para que la corriente eléctrica circule por dicha instalación. La unidad de medida es el Voltio (V)

**Voltaje de circuito abierto:** Voltaje que se mide en los terminales sin carga de un sistema fotovoltaico.

**Voltaje de máxima potencia:** Voltaje correspondiente al punto de máxima potencia.

**Watt pico:** Unidad de medida de un módulo solar fotovoltaico, que significa la cantidad de potencia máxima que puede generar el módulo a condiciones estándar de funcionamiento (1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C y 1,5 de masa de aire).

### **Silicio amorfo**

Color negro, o marrón oscuro uniforme. Bajo costo, pero con menor eficiencia (entre 5-7%, independiente de la temperatura)

### **Silicio monocristalina**

Color azul oscuro, levemente translucido. Alto costo, pero con mayor eficiencia (supera 13%) con valores menores cuando la temperatura supera 25 °C.

### **Silicio Policristalino**

Color normalmente azul oscuro veteado, levemente translucido: también disponible en marrón o gris veteado, etc. Precio menor que monocristalino con menor eficiencia (11%) con valores menores cuando la temperatura supera 25 °C

## CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**El tipo de investigación Aplicada<sup>22</sup>:** En este tipo de investigación el énfasis del estudio está en la resolución práctica de problemas. Se centra específicamente en cómo se pueden llevar a la práctica las teorías generales. Su motivación va hacia la resolución de los problemas que se plantean en un momento dado.

**El diseño de la investigación es no experimental<sup>23</sup>:** Es aquel que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos.

### 3.2. Población y muestra

En la presente TESIS la población es un laboratorio de computo del Colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros, ubicado en Jaén en el departamento de Cajamarca”.

---

<sup>22</sup> <https://www.lifeder.com/investigacion-aplicada/>

<sup>23</sup>

[https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Presentaciones/licenciatura\\_en\\_mercadotecnia/fundamentos\\_de\\_metodologia\\_investigacion/PRES38.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES38.pdf)



### **3.3. Hipótesis**

Si se aprovecha la energía solar entonces se implementará de un sistema fotovoltaico a un laboratorio de cómputo en el colegio nacional “Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros – Jaén – Cajamarca”

### **3.4. Operacionalización de variables**

X: Variable independiente: energía solar

Y: Variable dependiente: sistema fotovoltaico

**Tabla N° 1:** Operacionalización de variables<sup>24</sup>

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
<b>Variable Independiente</b>  Energía solar	La energía solar es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol <sup>25</sup> .	Determinar la radiación solar promedio.	Radiación solar promedio  (kWh/m <sup>2</sup> /día)
<b>Variable dependiente</b>  Sistema fotovoltaico	<p>Un sistema fotovoltaico es un conjunto de dispositivos que aprovechan la energía producida por el sol y la convierten en energía eléctrica.</p> <p>Los sistemas fotovoltaicos se basan en la capacidad de las celdas fotovoltaicas de transformar energía solar en energía eléctrica (DC). En un sistema conectado a la red eléctrica esta energía, mediante el uso de un inversor, es transformada a corriente alterna (AC), la cual puede ser utilizada en hogares e industrias<sup>26</sup>.</p>	<p>Dimensionar el sistema fotovoltaico</p> <p>Metrado y presupuesto</p>	<p>Energía promedio diaria en kW.h</p> <p>Máxima demanda en kW.</p> <p>Potencia de paneles solares (Wp), Capacidad de las baterías (A.h), Reguladores, Inversores, equipos de protección, conductores eléctricos.</p> <p>Metrado y presupuesto.</p>

<sup>24</sup> Fuente: Elaboración propia

<sup>25</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_solar](https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar)

<sup>26</sup> <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-sistema-fotovoltaico-2638847.htm>

### 3.5. Métodos y Técnicas de investigación

En la presente investigación utilizamos el método deductivo a partir de las teorías, leyes y normas emitidas por el Ministerio de Energía y Minas las aplicamos para calcular, seleccionar los equipos. Las técnicas principales empleadas fueron las siguientes:

#### **a) Observación directa<sup>27</sup>**

Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos. Gran parte del acervo de conocimientos que constituye la ciencia ha sido lograda mediante la observación.

Existen dos clases de observación: la Observación no científica y la observación científica. La diferencia básica entre una y otra está en la intencionalidad: observar científicamente significa observar con un objetivo claro, definido y preciso: el investigador sabe qué es lo que desea observar y para qué quiere hacerlo, lo cual implica que debe preparar cuidadosamente la observación. Observar no científicamente significa observar sin intención, sin objetivo definido y por tanto, sin preparación previa.

---

<sup>27</sup> <http://www.rppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>

## b) La Entrevista<sup>28</sup>

Una **entrevista de investigación** es aquella conversación cara a cara que se da entre el investigador (entrevistador) y el sujeto de estudio (entrevistado).

El fin de este tipo de entrevista es obtener información relevante sobre un tema de estudio, a través de respuestas verbales dadas por el sujeto de estudio. Este tipo de entrevista se centra en unos interrogantes puntuales, relacionados con un problema propuesto. Por su naturaleza más flexible, se considera que a través de la entrevista se pueden obtener más y mejor información que la que se derivaría de un cuestionario (Dudovskiy, 2017).

Se caracteriza porque el investigador puede explicar de forma personal el tema que será tratado durante la entrevista. De esta manera, si existen inquietudes por parte del sujeto de estudio, las podrá plantear de forma abierta y le serán resueltas inmediatamente. Todo esto asegura que haya unas mejores respuestas. En su sentido más amplio, una entrevista de investigación es un sistema de obtención de información oral, que puede darse en uno o varios sentidos, ya que puede ser tomada como una conversación entre el investigador y el sujeto de estudio (Amador, 2009). Las preguntas dentro de este tipo de entrevista van orientadas de tal manera que se pueda obtener la información requerida por un estudio puntual. Las preguntas se plantean de acuerdo a los objetivos definidos por dicho estudio.

---

<sup>28</sup> <https://www.lifeder.com/entrevista-de-investigacion/>



**Figura N° 10:** Entrevistando al Director del colegio<sup>29</sup> el Licenciado Wilmer Espinal Olivera

### c) Análisis documental

Este instrumento de medición se utilizó para registrar la información de diferentes bibliografías sobre sistemas de generación eléctrica fotovoltaica.

### 3.6. Descripción de los instrumentos utilizados

De acuerdo a las técnicas utilizadas en la siguiente tabla N°2, se muestra el instrumento.

**Tabla N° 2:** Técnicas e instrumentos utilizados

TÉCNICA	INSTRUMENTO
ENTREVISTA	La entrevista realizada fue abierta
OBSERVACIÓN	Cuaderno de apuntes, lapicero
ANÁLISIS DE DOCUMENTOS	Libros, tesis, internet, software

Fuente: elaboración propia del autor

<sup>29</sup> Fuente: elaboración propia del autor

### **3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos**

De las visitas realizadas al colegio se procesan los datos utilizando hojas de cálculo en Excel. Los datos de radiación solar se obtienen de tres fuentes confiables las cuales son del Atlas solar del Perú, software Solarius Plus, y del Software METEONORM. Para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se considera el menor valor de los datos provenientes de las tres fuentes, se seleccionan los equipos, luego elaboramos los planos en AutoCAD 2016.

## CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

### 4.1. Propuesta de la investigación

El personal directivo del Centro educativo “Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros – Jaén – Cajamarca” tiene la iniciativa de promover el uso de las energías no convencionales. Entonces el autor de la tesis propone el aprovechamiento de la energía solar mediante la implementación de un sistema fotovoltaico a un laboratorio de cómputo en el colegio.



**Figura N° 11:** Observando el uso de las Laptops<sup>30</sup>

Determinar la demanda y consumo eléctrico promedio diario en el laboratorio de cómputo del Colegio Nacional “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS”.

Determinar la radiación solar promedio considerando tres fuentes de datos.

Con respecto del equipamiento del sistema fotovoltaico se realizará las siguientes consideraciones:

---

<sup>30</sup> Fuente: elaboración propia

**a) Generador Fotovoltaico:** Considerar paneles fotovoltaicos de reconocida marca reconocida y de una potencia comercializable y la capacidad del generador fotovoltaico lo suficiente como para lograr suministrar de energía eléctrica un laboratorio de cómputo.

**b) Controlador de carga:** marca reconocida con la capacidad de corriente eléctrica de tal manera que pueda soportar la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico y la potencia suficiente para que no se produzcan sobrecargas.

**c) Banco de batería:** Se considerará baterías de marca reconocida por ejemplo RITAR, ROLLS y la capacidad se seleccionará en función de la energía de la carga y los días de autonomía.

**d) El inversor:** Con la finalidad de transformar la corriente eléctrica en CD a AC y poder suministrarle a la carga los 220 V y a una frecuencia de 60 Hz.



## CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 5.1. Demanda de energía eléctrica y potencia instalada

De las visitas realizadas al colegio nacional “Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros – Jaén – Cajamarca” se determinó que el laboratorio de computo tiene 38 Laptops y el número horas de uso en los días laborables es de 7 horas pedagógicas (45 minutos)



**Figura N° 12:** Tomando datos de placa de la Laptop<sup>31</sup>

#### 5.1.1. Energía promedio diaria (Wh/día)

Entonces para determinar la energía promedio diaria se tendrá en cuenta la potencia de cada laptop, y el número de horas de uso, además se considerará que todas las computadoras se usan a la vez.

De los datos de la laptop tenemos lo siguiente:

$$\text{Tensión} = 19,5 \text{ V}$$

---

<sup>31</sup> Fuente: elaboración propia

Corriente eléctrica = 2,31 A

$$P_{laptop} = V_{tension} \times I_{corriente} \dots (4)$$

$$P_{laptop} = 19,5 \times 2,31 = 45,045 \text{ W}$$

$$\text{Maxima demanda} = P_{laptop} \times N_{laptop} \dots (5)$$

$$\text{Maxima demanda} = 45,045 \times 38 = 1\,711,71 \text{ W}$$

El número de horas de trabajo se obtendrá como sigue:

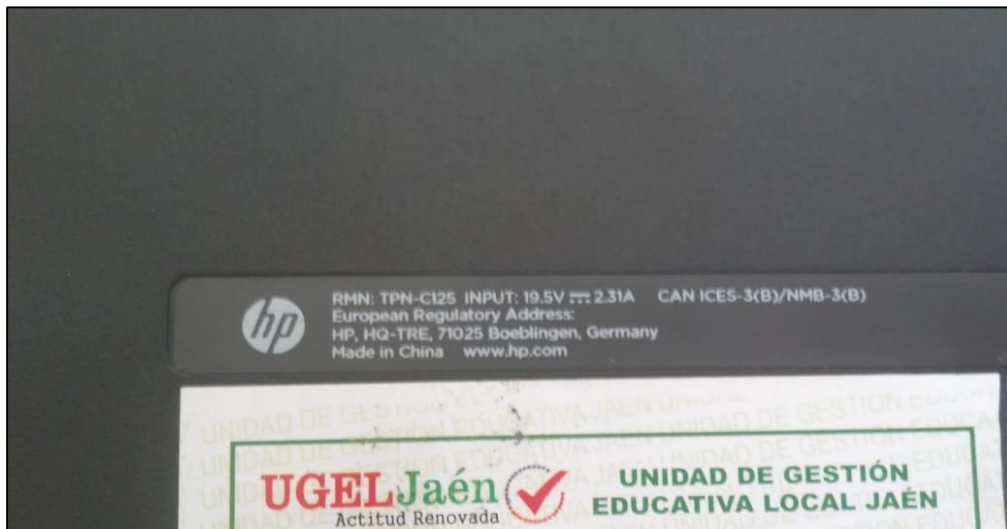
$$N_{horas} = \frac{7 \times 45}{60} = 5,25 \text{ h}$$



**Figura N° 13:** Laptops en el colegio emblemático<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup> Fuente: elaboración propia



**Figura N° 14:** Datos de corriente eléctrica y tensión de la Laptop<sup>33</sup>

Luego la energía promedio diaria se obtiene de la siguiente ecuación:

$$E_{carga} = \text{Maxima demand} \times N_{horas} \dots\dots (6)$$

$$E_{carga} = 1\,711,71 \times 5,25 = 8\,986,48 \text{ W.h}$$

## 5.2. Radiación Solar en el colegio nacional “Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros – Jaén – Cajamarca”

### Software METEONORM

Brinda información de la radiación solar promedio mensual. Los datos de entrada son la latitud y longitud del colegio

Longitud: -78.81315947499387








Latitud: -5.705845807705621

---

<sup>33</sup> Fuente: elaboración propia

**Tabla N° 3:** Radiación solar según el software METEONORM<sup>34</sup>

colegio nacional “Coloso y Emblemático Jaén de Bra

 Radiación	 Temperatura	 Precipitación	 Duración de la insolación				
 Radiación global diaria	 Temperatura diaria	 Tabla de datos					
	Gh kWh/m <sup>2</sup>	Dh kWh/m <sup>2</sup>	Bn kWh/m <sup>2</sup>	Ta °C	Td °C	FF m/s	
Enero	180	81	142	21.8	15.8	3.9	
Febrero	165	72	130	23	16.7	3.4	
Marzo	188	78	157	23	16.9	3.3	
Abril	185	62	180	21.3	15.6	3.7	
Mayo	180	52	198	19	14	4.1	
Junio	165	48	187	17.4	13.1	3.7	
Julio	173	52	190	17	12.8	3.7	
Agosto	189	59	192	16.7	12.5	3.8	
Setiembre	197	63	187	16.7	12.3	4.3	
Octubre	200	72	183	17.2	12.4	4.4	
Noviembre	189	65	185	18.1	13.1	4.3	
Diciembre	191	61	190	19.9	14.5	4.2	
Año	2202	766	2122	19.3	14.1	3.9	

Con los datos de la **Tabla N° 3**, elaboramos la **Tabla N° 4**, que se muestra a continuación.

**Tabla N° 4:** Radiación solar promedio diaria en el Colegio Nacional Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros – Jaén – Cajamarca<sup>35</sup>

Mes	Gh(kWh/m <sup>2</sup> )	días del mes	Gh(kWh/m <sup>2</sup> /día)
Enero	180	31	5,81
febrero	165	28	5,89
Marzo	188	31	6,06
Abril	185	30	6,17
Mayo	180	31	5,81
Junio	165	30	5,50
Julio	173	31	5,58
Agosto	189	31	6,10
Septiembre	197	30	6,57
Octubre	200	31	6,45
Noviembre	189	30	6,30
Diciembre	191	31	6,16

De la **Tabla N° 4**, observamos que la radiación solar crítica es de: 5,50 kWh/m<sup>2</sup>/día.

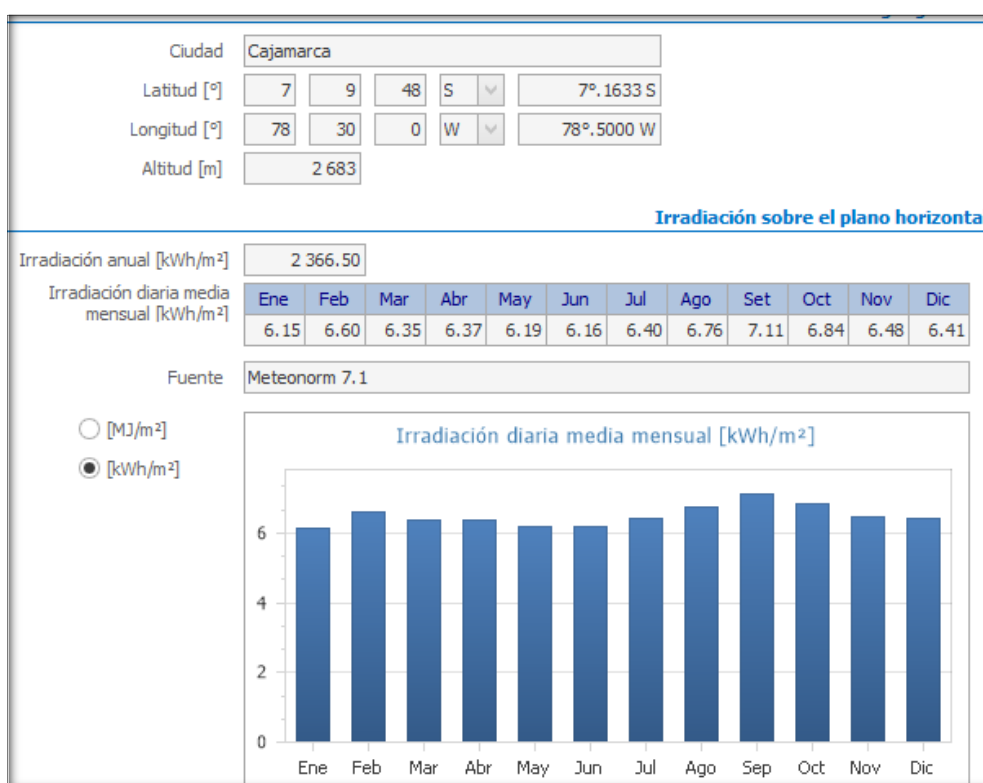
<sup>34</sup> Fuente: Software METEONORM

<sup>35</sup> Fuente: elaboración propia

## Software Solarius plus

Haciendo uso del software Solarius Plus en la **Tabla N° 5** se muestran los resultados. De donde se obtiene que el valor de la radiación solar más baja es de 6,15 kWh/m<sup>2</sup>/día

**Tabla N° 5:** Radiación solar en el departamento de Cajamarca con el software Solarius Plus



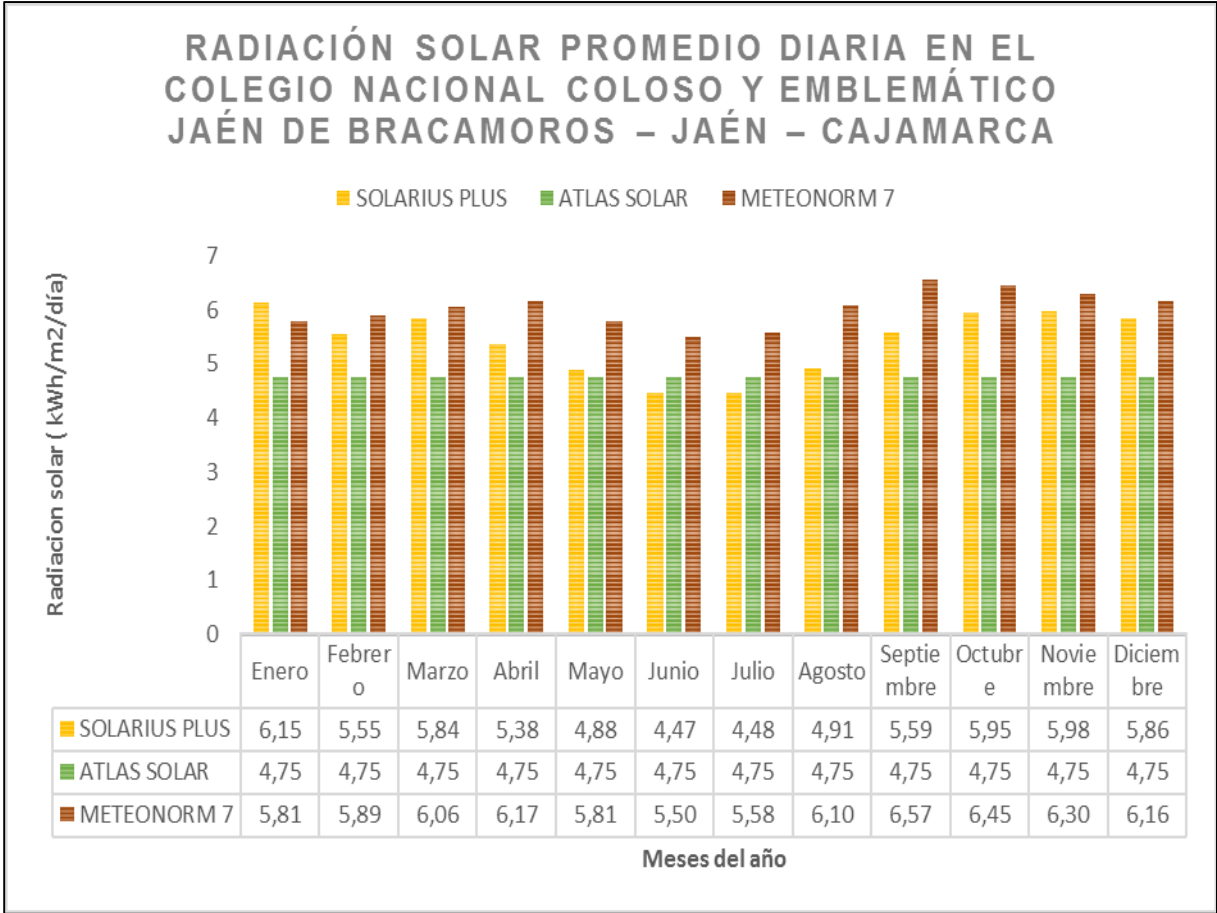
Fuente: Solarius plus

**Atlas de energía solar del Perú<sup>36</sup>:** Del atlas de energía solar (ANEXO 01) podemos ver el intervalo de variación de la radiación solar, en la cual observamos que varía entre 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/día y 5 kWh/m<sup>2</sup>/día por lo que se considerará el valor promedio de 4,75 kWh/m<sup>2</sup>/día.

<sup>36</sup> (SENAMHI 2003)

Comparando los resultados obtenidos de las tres fuentes tal como se muestra en la siguiente tabla N° 6, que para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico la radiación solar es de: 4,75 kWh/m<sup>2</sup>/día

**Tabla N° 6:** Comparación de los datos de radiación solar de las tres fuentes<sup>37</sup>



<sup>37</sup> Fuente: elaboración propia

### 5.3. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

#### 5.3.1. Dimensionado del sistema fotovoltaico

Para determinar la potencia del generador fotovoltaico a partir del valor obtenido que es de: 8 986,48Wh

Como primer paso debemos calcular la potencia del generador fotovoltaico teniendo en cuenta la energía eléctrica proyectada, las horas solar pico y el factor considera un factor global de funcionamiento (**PR**)<sup>38</sup> de 0,6

$$\text{Potencia del generador fotovoltaico}(kWp) = \frac{E_{elec}}{HSP \times PR} \dots (7)$$

Luego es posible calcular el número de paneles, si ya hemos seleccionado la potencia del panel a utilizar, de la siguiente manera:

$$\text{Potencia del generador fotovoltaico} = \frac{8\,986,48 \left(\frac{kWh}{dia}\right)}{4,75 \times 0,6} = 3,15 \, kWp$$

Consideramos paneles fotovoltaicos de la marca YINGLI SOLAR y SIMAX por ser de una marca reconocida, ahora con respecto a la potencia para la selección se tendrá el costo total de los paneles fotovoltaicos.

---

<sup>38</sup> (Agustin Castejon s.f.)

**Tabla N° 7:** Numero de paneles del generador fotovoltaico<sup>39</sup>

Marca	potencia del modulo fotovoltaico	Total de modulos fotovoltaicos	costo total	potencia del generador fotovoltaico (kWp)
yingli solar	120	32	16666,56	3,84
yingli solar	150	24	15103,92	3,60
yingli solar	200	16	14002,88	3,20
yingli solar	320	12	14403,36	3,84
simax	50	68	15612,80	3,40
simax	100	32	12595,20	3,20
simax	140	28	14694,40	3,92
simax	150	24	14169,60	3,60
simax	190	20	14432,00	3,80

De la **Tabla N° 7** seleccionamos los paneles fotovoltaicos de 150 Wp de la marca SIMAX (ANEXO 02)

**Tabla N° 8:** Características eléctricas de los módulos fotovoltaicos

Electrical Data		
Maximum Power	$P_{MPP\ STC}$	150 W
Power Tolerance	$\Delta_{STC}$	+2%
Maximum Power Voltage	$U_{MPP\ STC}$	18.1 V
Maximum Power Current	$I_{MPP\ STC}$	8.42 A
Open Circuit Voltage	$U_{OC\ STC}$	22.6 V
Short Circuit Current	$I_{SC\ STC}$	8.88 A
Cell Efficiency	$\eta_{STC}$	15.5 %
Maximum System Voltage	$U_{DC}$	1000 V
STC: Irradiance 1000 W/m <sup>2</sup> ; Spectrum AM 1,5; Cell Temperature 25°C, Wind 0 m/s		

Fuente: catalogo SIMAX<sup>40</sup> (ANEXO 02)

<sup>39</sup> Elaboración propia del autor

<sup>40</sup> <https://www.proviento.com.pe/SM636-150W.pdf>



Para determinar el número de paneles fotovoltaicos se considerará la siguiente ecuación

$$\text{Numero de paneles}(N_{MF}) = \frac{E_{elec}}{HSP \times PR \times \text{Potencia panel}(Wp)} \dots (8)$$

Reemplazando los datos tenemos lo siguiente:

$$\text{Numero de paneles}(N_{mf}) = \frac{8986,48 \left(\frac{Wh}{dia}\right)}{4,75 \times 0,6 \times 150} = 21,02 \approx 22$$

***Se usaran 24 paneles fotovoltaicos SIMAX de 150 Wp***

Teniendo en cuenta que la tensión de trabajo será de 48 V, entonces el número de paneles fotovoltaicos en serie se calcularán con la siguiente ecuación.

$$N_{S mf} = V_{de trabajo} / V_{modulof} \dots (9)$$

$$N_{S mf} = 48 / 12 = 4$$

A continuación, el número de ramas en paralelo de paneles se calculará con la siguiente ecuación:

$$N_{P mf} = N_{modulos} / N_{modulos en serie} \dots (10)$$

$$N_{P mf} = 24 / 4 = 6$$

La potencia mínima requerida por el generador fotovoltaico es de 3,15 kWp. Y la potencia total de los 24 paneles fotovoltaicos SIMAX es de 3,60 kWp, por lo cual es aceptable el cálculo.

**Para el dimensionado del banco de baterías** que almacena la energía generada por el arreglo fotovoltaico se obtendrá de la siguiente ecuación

$$C_T = (N_D \times E_{elec}) / (P_{D\ max} \times V_T) \dots (11)$$

Donde:

$C_T$  = Capacidad mínima del banco de baterías, expresada en Ah.

$N_D$  = Número de días de autonomía =2.

$E_{elec}$  = Energía eléctrica total media diaria (Wh/día).

$P_{D\ max}$  = Profundidad máxima de descarga: 0,7

$V_T$  = Tensión de trabajo del sistema fotovoltaico (48 V).

$$C_T = (2 \times 8986,48) / (0,70 \times 48)$$

$$C_T = 534,91 \text{ Ah}$$

Para seleccionar la capacidad de la batería consideraremos el costo total del banco de baterías tal como se muestra en la siguiente

**Tabla N° 9:** Capacidad de las baterías<sup>41</sup>

Marca	Capacidad (A.h)	Costo de la batería (S/.)	Total de baterías	Costo total (S/.)	Capacidad total (A.h)
RITAR	100	729,31	24	17503,44	600
RITAR	150	1089,86	16	17437,76	600
RITAR	200	1393,06	12	16716,72	600
RITAR	260	2540,28	12	30483,36	780
ROLLS	503	3469,09	8	27752,72	1006

<sup>41</sup> Fuente: elaboración propia del autor



**Figura N° 15:** batería RITAR de 200 A.h (ANEXO 03)<sup>42</sup>

Número de baterías en serie:

$$N_{\text{baterías en serie}} = V_{\text{tension de trabajo}} / V_{\text{Tension de la bateria}} \dots (12)$$

$$N_{\text{baterías en serie}} = \frac{48}{12} = 4$$

El número de ramas de baterías en paralelo se calcula con la siguiente ecuación:

$$N_{\text{ramas de baterías paralelo}} = C_{\text{banco}} / C_{\text{de la bateria seleccionada}} \dots (12)$$

$$N_{\text{ramas de baterías paralelo}} = \frac{534,91}{200} = 2,67 \approx 3$$

**Se usaran 12 baterías RITAR de 200 A. h**

**Para el dimensionamiento del Controlador:** la corriente eléctrica mínima del regulador dado por la ecuación siguiente:

$$I_{\text{minimo del regular}} = 1,25 \times I_{\text{Cortocircuito del panel}} \times N_{Pmf} \dots (14)$$

$$I_{\text{minimo del regular}} = 1,25 \times 8,88 \times 6 = 66,60 \text{ A}$$

Se considerará trabajar con controladores Blue Solar de 70 A

<sup>42</sup> <https://autosolar.pe/pdf/Ficha-tecnica-1704429.pdf>



**Figura N° 16:** Controlador Blue Solar<sup>43</sup> 150/70

El número de reguladores para nuestra instalación considerando los reguladores Blue Solar (ANEXO 04) con una capacidad de corriente de 70 A, se obtiene de la siguiente ecuación:

$$N_{\text{reguladores}} = I_{\text{minimo del regulador}} / I_{\text{regulador seleccionado}} \dots (15)$$

$$N_{\text{reguladores}} = 66,60 / 70 = 0,95 \approx 1$$

**Se usara 01 controlador Blue Solar de 70 A**

**Para determinar el inversor** se considerará la máxima demanda de la carga que en este caso coincide con la potencia instalada, entonces la máxima demanda es de: 1 711,71 W

La potencia requerida por el inversor está dado por:

$$\text{Potencia de entrada al inversor} = \frac{\text{Potencia de la carga}}{\text{Rendimiento del inversor}} \dots (16)$$

$$\text{Potencia de la carga} = \frac{1\,711,71}{0,94} = 1\,820,97\,W$$

<sup>43</sup> <https://www.ontopenergy.com.au/Victron-Energy-BlueSolar-12-48V-150-60-TR-MPPT-Solar-Charge-Controller>



**Figura N° 17:** Inversor solar<sup>44</sup> de 2500 W

Para determinar el número de inversores necesarios que usaremos

$$N_{\text{inversores}} = \frac{\text{Potencia de entrada del inversor}}{\text{Potencia del inversor seleccionado}} \dots (17)$$

$$N_{\text{inversores}} = \frac{1,82 \text{ kW}}{2,5 \text{ kW}} = 0,73 \approx 1$$

***Se usara 01 inversor 48V de 2 500W***

Se considerará trabajar con inversor de onda Senoidal Marca Tauro BC (ANEXO 05)

### **Dimensionamiento de los conductores eléctricos**

**Cálculo del conductor en el tramo campo fotovoltaico – regulador**

$$\Delta V \leq 3 \%$$

Haciendo uso de la Ecuación

$$I_{MAX \text{ mf}} = 1,25 \times I_{\text{Cortocircuito del panel}} \times N_{\text{ramas en paral. x regulador}} \dots (18)$$

$$I_{MAX \text{ mf}} = 1,25 \times 8,88 \times 6 = 66,60 \text{ A}$$

<sup>44</sup> <https://autosolar.es/inversores-48v/inversor-solar-48v-220vca-2500w-ventilacion>

Luego para la sección del conductor tenemos la siguiente ecuación:

$$S_{CABLE} = \frac{2 \times L \times I}{56 \times \Delta V} \dots (19)$$

Donde:

$S_{CABLE}$  = Sección mínima recomendada [ $mm^2$ ].

$L$  = Longitud tramo [m].

$I$  = Corriente para cada tramo de la instalación [A].

$\Delta V$  = Caída máxima permitida para cada tramo [V].

$$S_{CABLE} = 2 \times L \times I / (56 \times \Delta V)$$

$$S_{CABLE} = 2 \times 5 \times 66,60 / (56 \times 1,44)$$

$$S_{CABLE} = 8,26 \text{ mm}^2$$

De la **Tabla N° 10**, seleccionamos el conductor **16 mm<sup>2</sup> NYY**

**Cálculo del conductor en el tramo regulador – batería  $\Delta V \leq 1 \%$**

Haciendo uso de la Ecuación (18) tenemos:

$$I_{MAX \text{ mf}} = 1,25 \times 8,88 \times 6 = 66,60 \text{ A}$$

$$S_{CABLE} = 2 \times L \times I / (56 \times \Delta V)$$

$$S_{CABLE} = 2 \times 3 \times 66,60 / (56 \times 0,48)$$

$$S_{CABLE} = 14,87 \text{ mm}^2$$

De la **Tabla N° 10**, seleccionamos el conductor **16 mm<sup>2</sup> NYY**

**Cálculo del conductor en el tramo regulador – inversor  $\Delta V \leq 1 \%$**

$$I_{MAX \text{ inv}} = 1,25 \times P_{\text{inversor}} / (V_{\text{tension de trabajo}} \times \eta_{\text{inversor}}) \dots (20)$$

$$I_{MAX \text{ inv}} = 1,25 \times 2500 / (48 \times 0,94) = 62,26 \text{ A}$$

$$S_{CABLE} = 2 \times L \times I / (56 \times \Delta V)$$

$$S_{CABLE} = 2 \times 2 \times 62,26 / (56 \times 0,48)$$

$$S_{CABLE} = 9,26 \text{ mm}^2$$

De la **Tabla N° 10**, seleccionamos el conductor **16 mm<sup>2</sup> NYY**

**Tabla N° 10:** Características eléctricas de los conductores NYY



**TABLA DE DATOS TECNICOS NYY DUPLEX**

CALIBRE N° x mm <sup>2</sup>	N° HILOS	ESPEORES		DIÁMETRO EXTERIOR	PESO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA			ENTERRADO	AIRE	DUCTO
		mm	mm	mm		A	A	A
2x1x6	1	1	1.4	15.4	218	77	58	62
2x1x10	1	1	1.4	17	307	105	80	85
2x1x16	7	1	1.4	19.3	454	136	108	112
2x1x25	7	1.2	1.4	22.5	672	170	140	140
2x1x35	7	1.2	1.4	24.6	880	205	175	170

Fuente: Catalogo de INDECO<sup>45</sup> (**ANEXO 06**)

### 5.3.2. Protección contra sobreintensidades

#### 5.3.2.1. Selección de elementos de protección: fusibles<sup>46</sup>

Es necesario proteger a la instalación fotovoltaica contra sobrecargas o cortocircuitos para ello se empleará fusibles. Se utilizarán cartuchos de fusibles de cuchilla de tipo *gPV 1000V DC* de uso específico para instalaciones fotovoltaicas, de la marca **DF Electric (ANEXO 07)**

Entonces, que para que el fusible seleccionado sea efectivo, se debe cumplir que:

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}.... (21)$$

Siendo,

*I<sub>b</sub>*: la intensidad de corriente que recorre la línea.

<sup>45</sup> <http://www.promelsa.com.pe/pdf/1016482.pdf>

<sup>46</sup> <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>

$I_n$ : la intensidad nominal del fusible asignado a la línea.

$I_{adm}$ ; es la máxima intensidad admisible del cable conductor de la línea.

**Tabla N° 11:** Selección de fusibles<sup>47</sup>

Generador fotovoltaico - Regulador	$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$ entonces $55,50 \leq I_n \leq 0,9 \cdot (112)$ $66,60 \leq I_n \leq 100,8$ $I_n = 80 \text{ A}$
Regulador- Batería	$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$ entonces $55,50 \leq I_n \leq 0,9 \cdot (112)$ $66,60 \leq I_n \leq 100,8$ $I_n = 80 \text{ A}$
Controlador- Inversor	$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$ entonces $62,26 \leq I_n \leq 0,9 \cdot (112)$ $62,26 \leq I_n \leq 100,80$ $I_n = 63 \text{ A}$

### 5.3.2.2. Protección del inversor

Para la protección del inversor utilizaremos interruptores termomagnéticos e interruptor diferencial bipolar de 30 mA de sensibilidad.

$$I_{MAX \text{ carga}} = 1,20 \times 1711,71 / (220) \dots (22)$$

$$I_{MAX \text{ carga}} = 9,34 \text{ A}$$

Seleccionamos un interruptor termomagnético de 10 A

<sup>47</sup> Fuente: elaboración propia del autor



### 5.3.3. Angulo óptimo de inclinación de los paneles solares:

Para determinar el Angulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos, sabiendo que la latitud es de:  $-5,706^\circ$ .

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |\varphi|) \dots (23)$$

donde:

$\beta_{opt}$ : Angulo de inclinación optimo

$|\varphi|$ : Latitud del lugar sin signo

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |-5,706^\circ|)$$

$$\beta_{opt} = 7,64^\circ$$

Entonces el ángulo óptimo es de  $7,64^\circ$  y es la inclinación que deben tener los paneles solares para recolectar la mayor cantidad de energía solar durante el día, pero debido al polvo y humedad y con la finalidad de que se acumulen sobre el panel fotovoltaico es que consideramos un ángulo de  $15^\circ$

#### 5.3.3.1. Distancia mínima entre filas de módulos fotovoltaicos

Distancias mínimas entre filas de módulos.

La altura proyectada sobre la vertical de una fila se calcula a partir del ángulo de inclinación y la longitud del módulo.

$$h = L \cdot \sin \beta \dots (24)$$

Dónde:

h. altura proyectada sobre la vertical de un módulo (m)

L: longitud del módulo (m)

$\beta$ : inclinación del módulo ( $^\circ$ )

$$h = 1,474 \times \sin (15^\circ)$$

$$\mathbf{h = 0,38 \text{ m}}$$

La distancia mínima entre la parte superior de una fila y la parte inferior de la siguiente.

$$d = h / \operatorname{Tg} (61^\circ - \phi) \dots \mathbf{(25)}$$

Dónde:

d: distancia mínima (m)

h: altura del obstáculo proyectada sobre la vertical (m)

$\phi$ : latitud del lugar ( $^\circ$ )

$$d = 0,38 / \operatorname{Tg} (61^\circ - (-5,71^\circ))$$

$$\mathbf{d = 0,16 \text{ m}}$$

La distancia mínima entre la parte inferior de las filas de módulos, que es un parámetro de instalación más práctico, se calcula con la expresión siguiente:

$$D_{\min} = d + L \cdot \cos \beta \dots \mathbf{(26)}$$

Dónde:

D: distancia mínima (m)

L: longitud del módulo (m)

$\beta$ : inclinación de los módulos ( $^\circ$ )

$$D_{\min} = 0,16 + 1,474 \cdot \cos (15^\circ)$$

$$\mathbf{D_{\min} = 1,58 \text{ m}}$$

#### 5.4. Estimación de la cantidad de CO<sub>2</sub> que dejara de emitirse al medio ambiente

Teniendo en cuenta que la energía convencional proviene un porcentaje de la utilización de combustibles fósiles cuya combustión produce gases de efecto invernadero.

1 kWh de electricidad es equivalente<sup>48</sup> a 0,547 kg de CO<sub>2</sub>

Si se ejecuta el proyecto entonces considerando el consumo de energía se dejará de emitir al medio ambiente:

$$Energia\ electrica\ anual = Energia\ promedio\ diaria \times (\# \text{ dias utiles})$$

$$Energia\ electrica\ anual = 8\,986,48 \left( \frac{Wh}{dia} \right) \times 252(dia) \\ = 2\,264,57 \text{ Kw.h}$$

$$CO_2\ anual = \left( 0,547 \frac{kg}{Kw.h} \right) \times (2\,264,57) = 1\,238,21 \text{ kg}$$

Ahora considerando que la vida útil del sistema fotovoltaico es de 20 años entonces el total de kilogramos de CO<sub>2</sub> es de:

$$CO_2\ Total = CO_2\ anual \times 20$$

$$CO_2\ Total = 1\,238,21 \times 20$$

$$CO_2\ Total = 1\,238,21 \times 20 \text{ kg} = 24\,764,20 \text{ kg}$$

---

<sup>48</sup> (Chercca Ramirez 2014)

## 5.5. Medrado y presupuesto

### 5.5.1. Medrado y presupuesto del sistema fotovoltaico

**Tabla N° 12:** Costo del suministro para el sistema fotovoltaico

Descripción	Costo/unitario (S/.)	Costo (S/.)
24 paneles solares SIMAX 150 Wp	590,40	14 169,60
12 Baterías RITAR de 200 Ah	1 393,06	16 716,72
01 Inversor 48 V- 2 500 W	4 328,00	4 328,00
06 estructuras para 4 paneles fotovoltaicos	537,80	3 226,80
01 Controlador 150/70	3 533,31	3 533,31
Accesorios	500,00	500,00
Total, del Suministro		42 474,43

Fuente: elaboración propia

**Tabla N° 13:** Costo total del sistema fotovoltaico

ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL, S/
1	Suministro de materiales	42 474,43
2	Transporte de materiales	2 123,72
3	Montaje electromecánico	2 123,72
4	<b>Costo directo</b>	<b>46 721,87</b>
5	Gastos generales	2 803,31
6	Utilidades	2 803,31
7	<b>Costo referencial sin I.G.V</b>	<b>52 328,50</b>
8	<b>I.G.V.</b>	9 419,13
9	<b>Costo referencial</b>	<b>61 747,63</b>
10	<b>Capacitación al personal</b>	2 000
11	<b>Costo total incluido I.G.V.</b>	<b>63 747,63</b>

Fuente: elaboración propia

### 5.5.2. Evaluación del proyecto de inversión

Para la evaluación económica tendremos en cuenta que la UGEL CAJAMARCA ha determinado suministrar los materiales y transportarlos al Colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros, ubicado en Jaén en el departamento de Cajamarca.

Por lo cual solamente los costos serian de:

**a) montaje electromecánico**

$$\text{Costo de montaje electromecanico} = S/. 2\,123,72$$

**b) Costo de capacitación**

$$\text{Costo de capacitacion de personal} = S/. 2\,000,00$$

**c) Costo de mantenimiento**

$$\text{Costo de manenimineto anual} = S/. 150,00$$

En la siguiente tabla se resume lo anterior:

**Tabla N° 14:** Costo del sistema fotovoltaico considerando las donaciones de la UGEL CAJAMARCA<sup>49</sup>

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL, S/
1	Suministro de materiales	0,00
2	Transporte de materiales	0,00
3	Montaje electromecánico	2 123,72
4	<b>Costo directo</b>	<b>2 123,72</b>
5	Gastos generales	212,13
6	Utilidades	212,13
7	<b>Costo referencial sin I.G.V</b>	<b>2 548,47</b>
8	<b>I.G.V.</b>	458,72
9	<b>Costo referencial</b>	<b>3 007,19</b>
10	<b>Capacitación al personal</b>	2 000
11	<b>Costo total incluido I.G.V.</b>	<b>5 507,19</b>

---

<sup>49</sup> Fuente: elaboración propia

En cuanto a los **ingresos** estará dado por lo que se dejará de pagar por consumo de energía eléctrica convencional

*Consumo de energía anual = Energía diaria x Numero de días utiles al año*

*Consumo de energía anual = 8 986,48 wh x 252 = 2 254,593 kWh*

*Costo anual por consumo de energía electrica convencional*

*= 2 254,593 kWh x 0,6 = S/. 1 358,756*

#### **5.5.2.1. Flujo de caja proyectado**

Para realizar el flujo de caja se considerará un horizonte de 20 años. (Debido a que lo paneles fotovoltaicos tiene una vida útil garantizada de 20 a 25 años) El flujo de caja permitirá observar los ingresos y/o egresos netos que tendrá el proyecto durante el horizonte.

##### **Estructura del flujo de caja**

Los componentes del flujo de caja:

Los egresos: está dado por el costo del montaje electromecánico, costo de mantenimiento anual, y costo de capacitación al personal.

Y los ingresos estará dado por lo que se dejaría de pagar por consumo de energía eléctrica convencional, para la evaluación económica se considerará una tasa de 15 %

Los resultados se pueden observar en la siguiente tabla N° 12

$VAN = S/. 2\,058,81 > 0$  por lo que la propuesta es rentable

$TIR = 21 \% > 15 \%$

De los dos resultados anteriores la propuesta es viable.

**Tabla N° 15:** flujo de caja proyectada<sup>50</sup>

Año	Inversion inicial	Mantenimiento	Ingresos	Flujo efectivo
0	-5507,19			-5507,19
1		-150,00	1358,76	1208,76
2		-150,00	1358,76	1208,76
3		-150,00	1358,76	1208,76
4		-150,00	1358,76	1208,76
5		-150,00	1358,76	1208,76
6		-150,00	1358,76	1208,76
7		-150,00	1358,76	1208,76
8		-150,00	1358,76	1208,76
9		-150,00	1358,76	1208,76
10		-150,00	1358,76	1208,76
11		-150,00	1358,76	1208,76
12		-150,00	1358,76	1208,76
13		-150,00	1358,76	1208,76
14		-150,00	1358,76	1208,76
15		-150,00	1358,76	1208,76
16		-150,00	1358,76	1208,76
17		-150,00	1358,76	1208,76
18		-150,00	1358,76	1208,76
19		-150,00	1358,76	1208,76
20		-150,00	1358,76	1208,76
			<b>VAN=</b>	<b>2058,81</b>
			<b>TIR=</b>	<b>21%</b>

<sup>50</sup> Fuente: elaboración propia



## CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- a) La energía eléctrica promedio diaria necesaria para el laboratorio de cómputo del Colegio Nacional “COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS” es de 8 986,48 Wh/día. La máxima demanda coincide con la potencia instalada y tiene un valor de: 1 711,71 W.
- b) Se realizó un estudio del recurso solar donde se determinó la radiación solar considerando 03 fuentes de radiación solar: El atlas de radiación solar del Perú del cual se obtuvo un valor promedio de radio solar de 4,75 kWh/m<sup>2</sup>/día. Del software Meteonorm se obtuvo un valor de 5,50 kWh/m<sup>2</sup>/día. Del software Solarius Plus se obtuvo un valor de 6,15 kWh/m<sup>2</sup>/día. Se consideró el menor de los tres datos es decir 4,75 kWh/m<sup>2</sup>/día
- c) El sistema fotovoltaico estará conformado por 24 paneles fotovoltaicos de la marca SIMAX de 150 Wp de potencia pico cada uno, 12 baterías RITAR de 200 A.h, 01 regulador de carga Blue Solar de 150/70, 01 inversor de 2 500 W. La potencia de captación d||el generador fotovoltaico es de 3,6 kWp.
- d) Finalmente se elaboró el presupuesto del sistema fotovoltaico requiriendo una inversión total de S/. 63 747,63.
- e) En el análisis Viabilidad del proyecto considerando el apoyo de la UGEL CAJAMARCA, se obtuvo un VAN de S/. 2 058,81 a una tasa del 15 % para un horizonte de 20 años con una TIR de 21%.

## 6.2. Recomendaciones

- a) Tener en cuenta que ningún obstáculo haga sombra sobre los módulos.
- b) Mantener limpia la parte expuesta a los rayos solares de los módulos fotovoltaicos.
- c) Realizar limpieza de los paneles mensualmente o bien después de una lluvia, nevada u otros fenómenos meteorológicos similares.
- d) Cada 3 o 6 meses como máximo comprobar el estado de la cubierta y aislamiento de los cables, así como las protecciones mecánicas de los mismos. Si presenta algún síntoma de deterioro, sustituir el tramo completo.
- e) Las baterías cumplen un ciclo debido como se menciona en las especificaciones técnicas de baterías en el **anexo N° 03** y deberán cambiarse cuando se hayan cumplido dicho ciclo para garantizar el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Agustin Castejon, German Santamaria. *instalaciones solares fotovoltaicas*. España, s.f.
- 2) Alvarado Guanin, Christian Rene. «ILUMINACIÓN AUTOSUSTENTABLE FOTOVOLTAICO PARA UNA PARADA DE BUSES Y SU VALLA INFORMATIVA DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE CUENCA.» 2015.
- 3) Bravo Damian , Victor Yampier, y Dany Javier Gamarra Vílchez. «“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SATISFACER LA DEMANDA DE ENERGÍA DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ”.» LAMBAYEQUE, s.f.
- 4) Castejon, Agustin. *Instalaciones solares fotovoltaicas*. España, 1998.
- 5) Chavez Guerrero, Monica Alejandra. «“PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA USO DE PANELES SOLARES EN GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DE ELECTRICIDAD EN EL COMPLEJO HABITACIONAL SAN ANTONIO DE RIOBAMBA”.» Riobamba, 2012.
- 6) Diaz Corcobado, Tomas. *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Mexico, 2008.
- 7) E. ALCOR. *INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS*. s.f.
- 8) IEA. «World energy Outllok.» 2016.
- 9) INDECI. «PROGRAMAS DE PREVENCION Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN ANTE DESASTRES EN LA CIUDAD DE JAEN .» JAEN, 2005.
- 10)Indeco. «Catalogo de cables NYY -DUPLEX.» s.f.
- 11)Ixtebe Portabelle, Cilveti. «Proceso de creacion de una planta solar fotovoltaica conectada a red.» Barcelona, 2010.
- 12)Joaquin Barrios, Carmencita De los Angeles. «Diseño de un sistema solar fotovoltaico aisado para el suministro de energia electrica ala comunidad Buena Vista, San Marcos.» Guatemala, 2008.
- 13)Llauce Chozo , Anthony Joel. «Implementación de sistema fotovoltaico para reducir el consumo de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica en el restaurant el Cruceñito, ubicado en el km 901, carretera Lambayeque – Piura”.» Lambayeque, 2016.

- 14) Llauce Chozo, Anthony Joel. «Implementación de sistema fotovoltaico para reducir el consumo de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica en el restaurant el Cruceño, ubicado en el km 901, carretera Lambayeque – Piura».» Lambayeque, 2016.
- 15) Muñoz Anticona, Delfor Flavio. «Aplicacion de la energia solar para electrificacion rural en zonas marginales del pais.» Lima, 2005.
- 16) Nuñez Rehbein, Fabian Alonso. «Utilización de sistema de energías renovables no convencionales híbrido solar-eólico, aplicado al sistema de iluminación del borde costero de la ciudad de Puerto Montt.» chile, 2012.
- 17) PEREIRA RIVEIRO, FRANCISCO DE ASSIS. «PROYECTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ILUMINACION PUBLICA.» 2002.
- 18) ROMERO, JACOBO. «ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE PANELES FOTOVOLTAICOS Y SU UTILIZACIÓN EN LAS REGIONES DE LA COSTA Y SIERRA DEL ECUADOR. CASO DE ESTUDIO: BIBLIOTECA POMPEU FABRA DE MATARÓ».» QUITO, 2015.
- 19) Sanchez Quiroga, David. «Sistema de energia solar fotovoltaica aislada para vivienda unifamiliar aislada.» 2012.
- 20) SENAMHI. «Atlas de energia solar del Peru.» 2003.
- 21) TECSUP. *Generación de energía fotovoltaica.pdf* - TECSUP. s.f.
- 22) Valdiviezo Salas, Paulo Daniel. «Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energia electrica a 15 computadoras portatiles en la PUCP.» Lima, 2014.
- 23) Velazquez Céspedes, Roberto Andres. «Proyecto de instalacion solar fotovoltaica en el departamento de Ingenieria Electrica de la Uniersidad Santiago de Chile.» tesis, Uniersidad de Santiago de Chile, Santiago-Chile, 2012.

## **ANEXOS**

**ANEXO N°01. RADIACIÓN SOLAR EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**ANEXO N°02. FICHA TÉCNICA DE LOS PANELES SOLARES SIMAX DE 150 Wp.**

**ANEXO N°03. FICHA TÉCNICA DE LA BATERÍA ROLLS 12 V-503 A.h.**

**ANEXO N°04. FICHA TÉCNICA DEL CONTROLADOR BLUE SOLAR 150/70.**

**ANEXO N°05. FICHA TECNICA DE INVERSOR DE ONDA SENOIDAL TAURO BC**

**ANEXO N°06. CATALOGO DE CABLES NYY.**

**ANEXO N°07. CATALOGO DE FUSIBLES.**

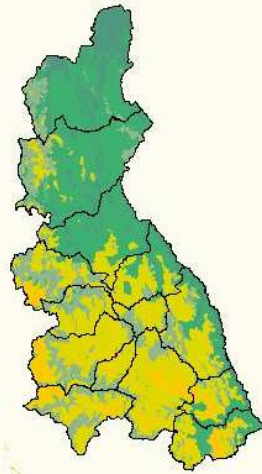
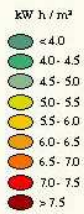
**ANEXO N° 08. PLANO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.**

**ANEXO N° 09. MONTAJE DE PANELES FOTOVOLTAICOS.**

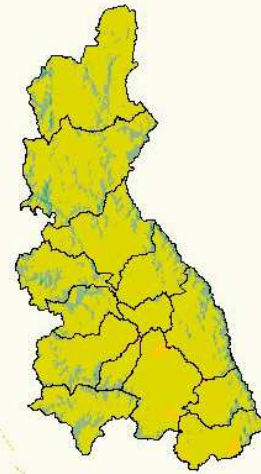
**ANEXO N° 10. PLANO ELÉCTRICO DEL LABORATORIO DE CÓMPUTO.**

**ANEXO N° 01. RADIACIÓN SOLAR EN EL DEPARTAMENTO  
DE CAJAMARCA**

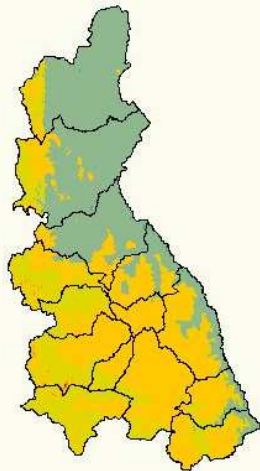
# CAJAMARCA



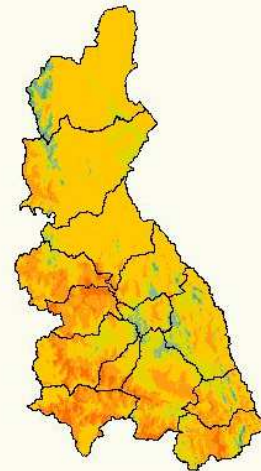
FEBRERO



MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE



**ANEXO N°02. FICHA TÉCNICA DE LOS PANELES  
SOLARES SIMAX DE 150 Wp**



# TECHNICAL DATA SHEET

## SM636-150



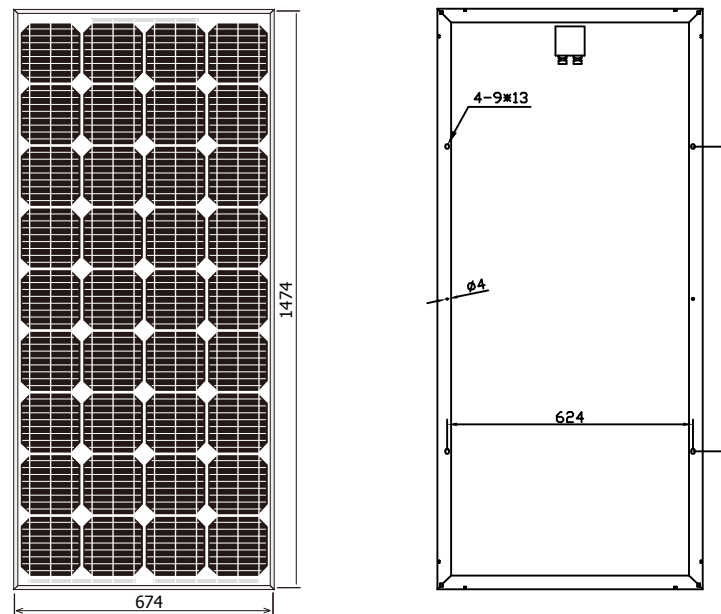
### Technical Data

Type	SM636-150
Type of Solar Cell	Mono-crystalline, 156mm×156mm
Number of Cells	36 pcs
Size of module	1482×676×35mm ( 156×156mm cell)
Module, Weight	12 kg
Connector / Cross-Section	Cixi Renhe
Cables, Length (+/-)	Customizable
Front Cover Glass	Safety Glass
Front Cover Glass, Thickness	3.2 mm
Frame	Anodized Aluminium

### Electrical Data

Maximum Power	$P_{MPP\ STC}$	150 W
Power Tolerance	$\Delta_{STC}$	+2%
Maximum Power Voltage	$U_{MPP\ STC}$	18.1 V
Maximum Power Current	$I_{MPP\ STC}$	8.42 A
Open Circuit Voltage	$U_{OC\ STC}$	22.6 V
Short Circuit Current	$I_{SC\ STC}$	8.88 A
Cell Efficiency	$\eta_{STC}$	15.5 %
Maximum System Voltage	$U_{DC}$	1000 V

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>; Spectrum AM 1,5; Cell Temperature 25°C, Wind 0 m/s



### Temperature Coefficients

Power Coefficient	$\alpha_k (P_{MPP})$	- 0.50 ± 0.05 %/K
Voltage Coefficient	$\beta_k (U_{OC})$	- 0.35 ± 0.01 %/K
Current Coefficient	$\phi_k (I_{SC})$	0.06 ± 0.01 %/K

### Power Warranty

- 10 years performance warranty to 90 %
- 25 years performance warranty to 80 %
- 5 years warranty against production and material defects

### Certifications

IEC 61215, IEC 61730 ,TUV, CE, ISO9001:2000

Simax(suzhou) Green New Energy Co.,Ltd Add:beibanjing riverside,suzhou road,taicang city,jiangsu province,China

Tel: +86 – 512 – 53378555 Fax: +86-512-53378556

Url: www.simaxsolar.com Email: info@simaxsolar.com



**ANEXO N°03. FICHA TÉCNICA DE LA BATERÍA**  
**RITAR 12 V- 200 A.h**

# DC12-200(12V200Ah)



## Specification

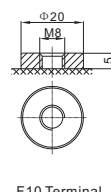
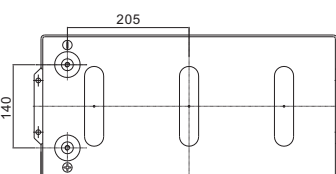
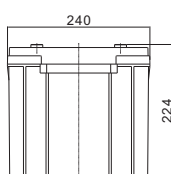
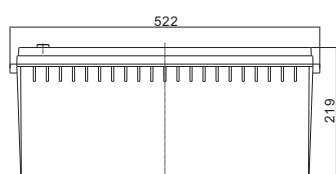
Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	200Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 60.0 Kg (Tolerance ± 1.5%)
Internal Resistance	Approx. 4 mΩ
Terminal	F10(M8)/F16(M8)
Max. Discharge Current	2000A (5 sec)
Design Life	12 years (floating charge)
Maximum Charging Current	60.0 A
Reference Capacity	C3 154.8AH C5 176.0AH C10 200.0AH C20 210.0AH
Float Charging Voltage	13.6 V~13.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -3mV/°C/Cell
Cycle Use Voltage	14.6 V~14.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -4mV/°C/Cell
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C ± 5°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for up to 6 months at 25°C and then recharging is recommended. Monthly Self-discharge ratio is less than 3% at 25°C. Please charge batteries before using.
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



DC (Deep Cycle) series batteries provide superior high integrity and reliability. It is specially designed for frequent cyclic charge and discharge. By using strong grids, thick plate and specially active material are designed for repeated deep-discharge applications. The DC series batteries offers 30% more cyclic life than the standby series. It is suitable for solar and wind renewable energy storage, mobility and medical equipment, RV, telecom, broadband and cable TV, UPS systems etc.



## Dimensions



Length	522±1mm (20.6 inches)
Width	240±1mm (9.45 inches)
Height	219±1mm (8.62 inches)
Total Height	224±1mm (8.82 inches)
Terminal	Value
M5	6~7 N*m
M6	8~10 N*m
M8	10~12 N*m

Unit: mm

### Constant Current Discharge Characteristics : A(25°C)

F.V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	417.6	329.1	190.8	119.8	74.0	55.1	44.1	37.1	25.3	21.5	10.9
1.65V	403.7	319.3	186.8	117.5	72.7	54.3	43.4	36.7	25.1	21.3	10.8
1.70V	385.5	306.3	181.5	114.5	71.0	53.2	42.6	36.1	24.7	21.0	10.7
1.75V	361.2	289.0	174.3	110.4	68.8	51.6	41.5	35.2	24.2	20.6	10.5
1.80V	328.7	265.6	164.4	104.8	65.6	49.5	40.0	34.0	23.4	20.0	10.3
1.85V	284.3	233.3	150.4	96.8	61.1	46.4	37.8	32.3	22.4	19.2	9.89

### Constant Power Discharge Characteristics : WPC(25°C)

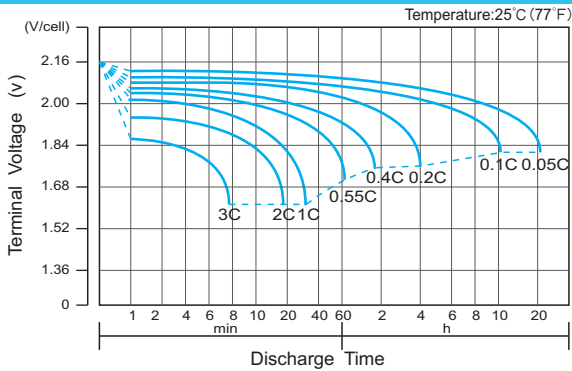
F.V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	710	575	347	224	140	105	84.6	71.6	49.5	42.2	21.5
1.65V	704	570	344	222	139	104	83.8	71.0	49.1	41.9	21.4
1.70V	680	552	336	217	136	102	82.5	70.0	48.4	41.3	21.1
1.75V	649	528	326	210	132	99.9	80.6	68.6	47.5	40.6	20.8
1.80V	601	492	311	201	127	96.1	77.9	66.5	46.2	39.5	20.3
1.85V	529	438	287	187	119	90.6	73.8	63.4	44.2	38.0	19.6

(Note) The above characteristics data are average values obtained within three charge/discharge cycle not the minimum values.

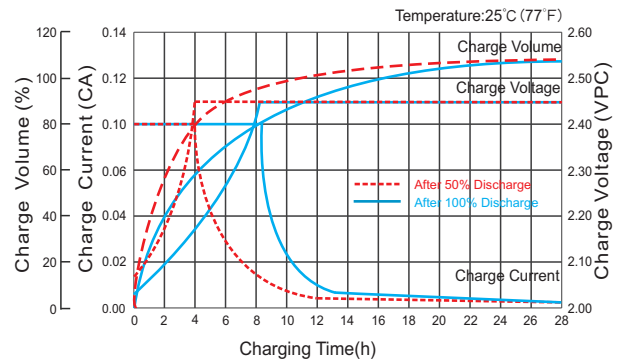
# DC12-200(12V200Ah)



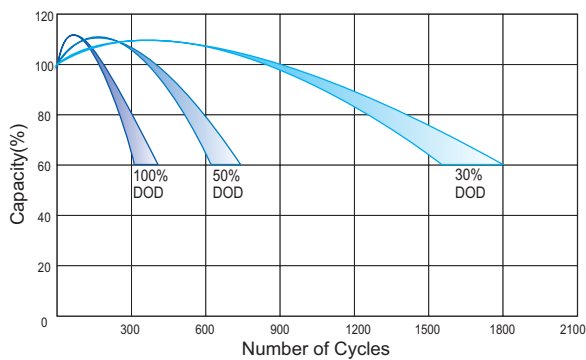
**Discharge Characteristics Curve**



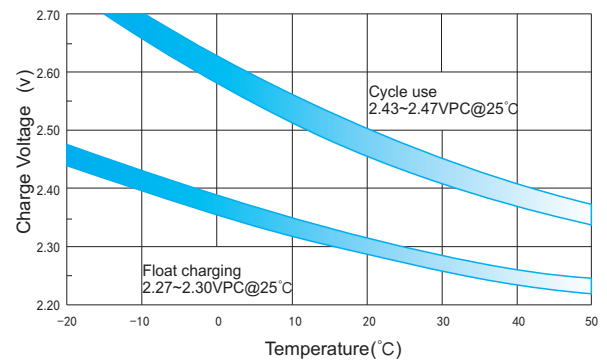
**Charge Characteristic Curve for Cycle Use(IU)**



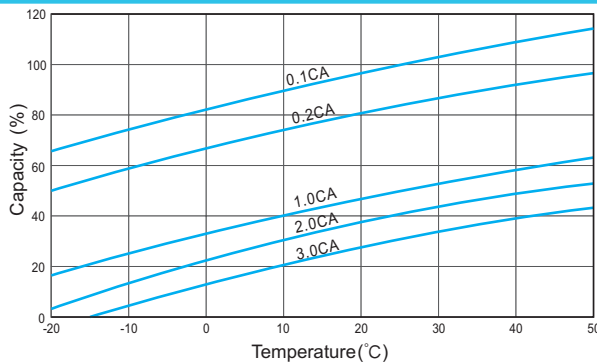
**Cycle Life in Relation to Depth of Discharge**



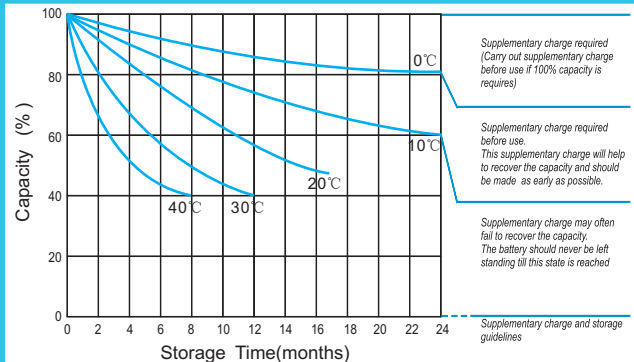
**Relationship Between Charging Voltage and Temperature**



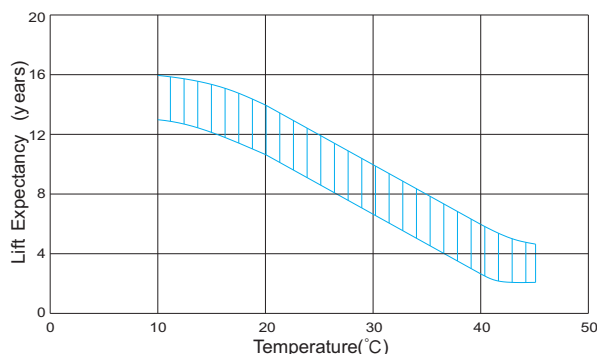
**Temperature Effects on Capacity**



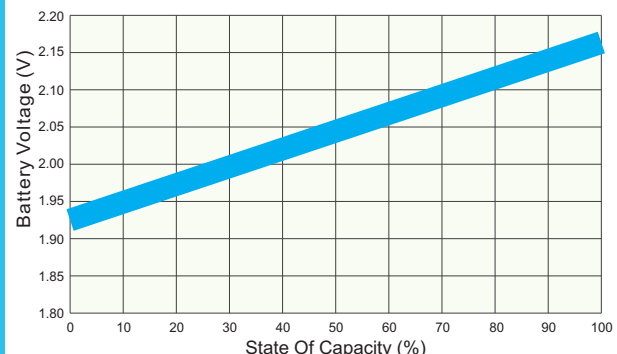
**Storage Characteristics**



**Effect of Temperature on Long Term Life**



**Relationship of OCV And State of Charge(20°C)**



**ANEXO N°04. FICHA TÉCNICA DEL  
CONTROLADOR BLUE SOLAR 150 /70**

# Controladores de carga BlueSolar con conexión roscada- o MC4 PV

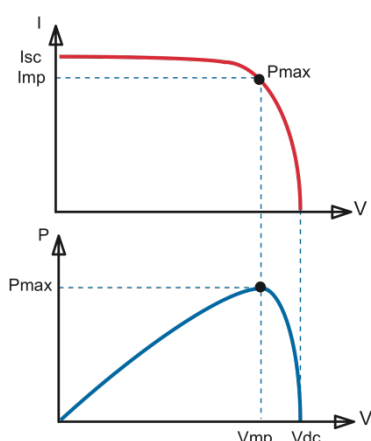
## MPPT 150/45, MPPT 150/60, MPPT 150/70, MPPT 150/85, MPPT 150/100

[www.victronenergy.com](http://www.victronenergy.com)


Controlador de carga solar  
MPPT 150/70-Tr



Controlador de carga solar  
MPPT 150/70-MC4



Seguimiento del punto de potencia máxima

### Curva superior:

Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V). El punto de máxima potencia (MPP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

### Curva inferior:

Potencia de salida  $P = I \times V$  como función de tensión de salida. Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT) la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a  $V_{mp}$ .

### Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés)

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

### Detección Avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales tienden a seleccionar un MPP local, que pudiera no ser el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

### Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

### Algoritmo de carga flexible

Algoritmo de carga totalmente programable (consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web), y ocho algoritmos preprogramados, seleccionables mediante interruptor giratorio (ver manual para más información).

### Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

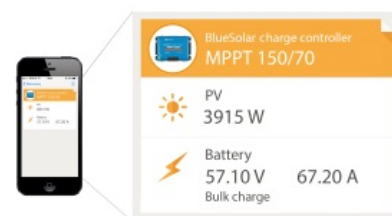
Protección de corriente inversa FV.

### Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.

### Opciones de datos en pantalla en tiempo real

- Smartphones, tabletas y otros dispositivos Apple y Android consulte "Mochila inteligente de conexión VE.Direct a Bluetooth"
- Panel ColorControl



Controlador de carga BlueSolar	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Tensión de la batería	Selección automática 12 / 24 / 48 V (se necesita una herramienta de software)				
Corriente de carga nominal	45 A	60 A	70 A	85 A	100 A
Potencia FV máxima, 12V 1a,b)	650 W	860 W	1000 W	1200 W	1450 W
Potencia FV máxima, 24V 1a,b)	1300 W	1720 W	2000 W	2400 W	2900 W
Potencia FV máxima, 48V 1a,b)	2600 W	3440 W	4000 W	4900 W	5800 W
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficacia máxima	98 %				
Autoconsumo	10 mA				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6 V (ajustable)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2 V (ajustable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas				
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión				
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)				
Humedad	95 %, sin condensación				
Puerto de comunicación de datos y on-off remoto	VE.Direct (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)				
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				

### CARCASA

Color	Azul (RAL 5012)	
Terminales FV 2)	35 mm <sup>2</sup> /AWG2 (modelos Tr), o conectores Dual MC4 (modelos MC4)	
Bornes de batería	35 mm <sup>2</sup> / AWG2	
Tipo de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)	
Peso	3 kg	4,5 kg
Dimensiones (al x an x p)	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95 mm	Modelos Tr: 216 x 295 x 103 mm Modelos MC4: 246 x 295 x 103 mm

### ESTÁNDARES

Seguridad	EN/IEC 62109
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado.	
1b) La tensión FV debe exceder en 5V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador.	
Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.	
2) Modelos MC4: se necesitarán varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares	

**ANEXO N°05. FICHA TECNICA DE INVERSOR DE ONDA  
SENoidal TAURO BC**

MU-17-AH



## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD .....</b>	<b>2</b>
PRECAUCIONES GENERALES .....	2
EMISIÓN DE GASES EN BATERÍAS .....	2
CAÍDA DE RAYOS Y SOBRETENSIONES .....	2
PRECAUCIONES DE SEGURIDAD.....	2
CONEXIÓN A TIERRA.....	2
<b>APLICACIONES .....</b>	<b>3</b>
CARGAS RESISTIVAS .....	3
CARGAS INDUCTIVAS .....	3
PROBLEMAS CON CARGAS .....	3
DIMENSIONADO DEL INVERSOR.....	3
<b>FUNCIONAMIENTO .....</b>	<b>4</b>
PANEL DE CONTROL.....	4
PUESTA EN MARCHA Y PARO .....	4
MODO MANUAL .....	4
MODO AUTOMÁTICO.....	5
GESTIÓN AUTOMÁTICA DE PUNTAS DE ARRANQUE.....	5
ARRANQUE EN RAMPA .....	5
<b>CIRCUITOS DE PROTECCIÓN.....</b>	<b>5</b>
BAJA TENSIÓN DE ENTRADA .....	5
SOBRETENSIÓN DE ENTRADA .....	6
TEMPERATURA ELEVADA .....	6
CORTOCIRCUITO EN SALIDA .....	6
SOBRECARGA.....	6
<b>INSTALACIÓN.....</b>	<b>6</b>
UBICACIÓN .....	6
FIJACIÓN .....	6
DIAGRAMA DE INSTALACIÓN .....	7
CONEXIÓN.....	7
CONTROL REMOTO .....	8
<b>MONTAJE EN PARALELO .....</b>	<b>9</b>
INSTALACIÓN KIT DE PARALELO.....	9
PUESTA EN MARCHA .....	10
CONTROL REMOTO INVERSORES PARALELO .....	10
LISTADO DE BORNAS DEL KIT DE CONEXIÓN EN PARALELO	10
FUNCIONAMIENTO INDIVIDUAL.....	10
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA.....</b>	<b>11</b>
FORMATOS .....	12
<b>GRÁFICAS DE COMPORTAMIENTO. ....</b>	<b>12</b>
FORMA DE ONDA .....	12
<b>MANTENIMIENTO.....</b>	<b>13</b>
<b>GUÍA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS .....</b>	<b>13</b>
<b>GARANTÍA .....</b>	<b>13</b>

## INTRODUCCIÓN

El inversor TAURO es un equipo diseñado para proporcionar energía en corriente alterna senoidal en sistemas fotovoltaicos autónomos. El funcionamiento del inversor consiste en transformar corriente procedente de una batería en tensión alterna senoidal a 230Vac 50Hz (estándar europeo). También están disponibles algunos modelos que generan 110Vca 60Hz (estándar americano) y 230Vac 60Hz.

La forma de onda senoidal pura del inversor TAURO, su gran potencia pico para el arranque de motores y su capacidad para funcionar correctamente con cualquier tipo de cargas (inductivas y capacitivas), permiten su utilización sin las limitaciones y problemas de acoplamiento con las cargas e interferencias que presentan los inversores no senoidales (pseudosenoidal, senoidal modificada, onda cuadrada, trapezoidal, etc.).

El TAURO es un sistema expansible, la potencia de la instalación puede ser ampliada conectando, a través de la caja de conexiones del Kit de Paralelo (ver página 9), otro inversor en paralelo para conseguir el doble de potencia.

Algunos modelos de Inversores TAURO poseen un sistema de disipación por convección natural que permite el funcionamiento en ambientes con polvo en suspensión, tales como granjas de animales, aplicaciones agrícolas, etc., en estos casos el funcionamiento con ventilación forzada puede ser problemático ya que los conductos se obstruyen con facilidad.

Los modelos con ventilación forzada están indicados para un uso prolongado, ya que el sistema de disipación de calor permite un mayor rendimiento en régimen continuo.

El inversor ha sido diseñado para responder a las aplicaciones más diversas, facilitando la solución de los sistemas en corriente alterna que permite el acceso a la gama de consumos diseñados para esta tensión de trabajo, mucho más amplia y de mejor relación calidad-precio que en las tensiones de corriente continua.

El servicio de asistencia proporcionado por ATERSA combinado con la fiabilidad del inversor es la garantía para acceder a las ventajas de los sistemas tanto domésticos como profesionales en corriente alterna.

## INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD



Antes de utilizar el inversor, leer todas las instrucciones y advertencias indicadas en (1) el inversor, (2) las baterías y (3) en todas las secciones del manual de instrucciones.



### Precauciones Generales

- ✓ No exponer el inversor a la lluvia, nieve o cualquier tipo de líquido. El inversor está diseñado para ser instalado solo en interiores. En aplicaciones industriales, proteger el inversor contra salpicaduras y ambiente húmedos.
- ✓ Cuando se requiera de un servicio de reparación, remitir el inversor al servicio técnico de Fábrica. Nunca desmontar el inversor, pues en el montaje posterior existe peligro de descarga eléctrica y fuego.
- ✓ Para reducir el riesgo de descarga eléctrica, desconectar el inversor de la batería antes de realizar cualquier operación de mantenimiento o limpieza. Apagar el inversor no reduce el riesgo. Durante el funcionamiento del inversor, las tapas deben estar colocadas para reducir el riesgo de lesión en las personas.
- ✓ No es necesario ningún terminal para la conexión de las líneas de batería. Los cables de conexión deben ser de cobre, tarados para 75°C o más y de sección no inferior a 2.5 mm<sup>2</sup> para los cables AC y no inferior a 25mm<sup>2</sup> para los cables de batería.
- ✓ Extremar las precauciones para reducir el riesgo de la caída de una herramienta metálica sobre la batería. Esto puede producir un cortocircuito en la batería, apareciendo chispas que pueden provocar una explosión.



### Emisión de Gases en baterías

La instalación de este equipo suele realizarse cercana a los acumuladores.

Los gases que estos emiten son explosivos cuando alcanzan una cierta concentración, por lo que es importante que el lugar disponga de ventilación adecuada y no provocar chispas ni llamas.

Por otra parte, dichos gases pueden generar corrosiones en metales (sulfatación), por lo que no deben tener acceso al lugar donde se instalan equipos electrónicos.



### Caída de rayos y sobretensiones

En caso de tormentas frecuentes, existe la posibilidad de descarga eléctrica a través de las líneas.

Es conveniente la instalación de un pararrayos para reducir el riesgo de daños en los circuitos de control debidos a las altas tensiones inducidas en el entorno.



Las bornas de las conexiones de potencia, tanto de los paneles como de la salida de alterna, incorporan varistores que proporcionan una protección frente a picos de tensión provocados por descargas atmosféricas. Para disponer de una protección contra la caída directa de rayos, es necesaria además de la instalación de un pararrayos, dotar a las líneas con paso por el exterior de protecciones especiales que no están incluidas debido a su elevado coste.



### Precauciones de Seguridad

- ✓ Cuando se trabaje con las baterías, alguien debe estar cerca para auxiliar en caso de accidente.
- ✓ Disponer cerca de suficiente agua fresca y jabón para lavarse en el caso de contacto del ácido de la batería con la piel, ojos o ropa.
- ✓ Usar trajes y gafas de protección. No tocarse los ojos mientras se manipulan las baterías. Lavarse las manos cuando finalicen los trabajos.
- ✓ El bicarbonato sódico neutraliza los derrames de electrolito de las baterías de Pb-Ácido. El vinagre neutraliza los derrames de electrolito de las baterías de Ni-Cd o Ni-Fe. Se recomienda tener estos componentes en la sala de baterías.
- ✓ No fumar nunca, ni generar chispas o llamas cerca de las baterías.
- ✓ Cuando se manipulen baterías, se recomienda quitarse los elementos metálicos, tales como cadenas, pulseras, relojes y anillos. Se pueden producir cortocircuitos, que pueden llegar a fundir una cadena, causando graves quemaduras.
- ✓ Si en el sistema se utilizan sistemas de arranque automático o remoto de generadores auxiliares, se han de desconectar estos circuitos así como los generadores, mientras se realiza un servicio de mantenimiento para prever arranques accidentales.



### Conexión a Tierra

Es necesario y así lo exige el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión que el inversor se conecte a tierra. La toma de tierra debe ser única y común para todos los elementos de la instalación. La salida de AC del Tauro está totalmente aislada tanto de tierra como de batería, es decir, la salida de AC es "flotante".

## APLICACIONES

### Cargas Resistivas

Estas son las cargas más simples y eficientes con las que el inversor se encuentra. Tensión y corriente están en fase. Las cargas resistivas para cumplir con su función normalmente generan calor. Tostadoras, cafeteras eléctricas y lámparas incandescentes son típicas cargas resistivas. La conexión de grandes cargas resistivas, tales como estufas eléctricas y calentadores, no son recomendables pues suponen un sobredimensionado del banco de baterías.

### Cargas Inductivas

Cualquier dispositivo que contenga bobinas es una carga inductiva. Las cargas más inductivas suelen ser los motores, que pueden ser difíciles de arrancar para un inversor.

Con cargas inductivas la onda generada de intensidad está retrasada con respecto a la onda generada de tensión. Las cargas inductivas, por naturaleza, requieren de más corriente para funcionar que una carga resistiva de la misma potencia.

La mayor parte de las cargas que se pueden encontrar en una instalación son de tipo inductivo, por lo que presentan un factor de potencia distinto de 1.

El factor de potencia es un concepto que está delimitado como un rango admisible de trabajo del inversor, de forma que se garantiza el correcto funcionamiento del equipo solo en el caso de que se trabaje dentro de los límites especificados. Es un parámetro de difícil medición y depende de las cargas que se conectan al inversor, por lo que normalmente el profesional no dispone de medios para poder garantizar el trabajo del equipo dentro de los límites adecuados.

La potencia que puede utilizar el usuario se mide como Potencia del inversor  $\times \cos \varphi$ . Si el  $\cos \varphi$  es 1.0 (cargas resistivas) podemos aprovechar toda la potencia nominal del Inversor. En cambio si los consumos conectados nos dan un  $\cos \varphi$  de 0.5 (cargas inductivas) solo podremos conectar consumos de la mitad de la potencia nominal del Inversor.

Es recomendable compensar las cargas inductivas con condensadores de forma que dicho valor sea lo más próximo posible a 1. No deberían conectarse consumos al inversor con  $\cos \varphi$  inferiores a 0.8.



**Una instalación con las cargas de tipo inductivo bien compensadas proporciona un servicio de mayor rendimiento, reduciendo pérdidas innecesarias.**

### Problemas con cargas

Los inversores de ATERSA pueden alimentar todo tipo de cargas. Sin embargo, hay situaciones especiales en las que el inversor no funciona eficientemente dando toda su potencia nominal.

**CONSUMOS MUY PEQUEÑOS.** Si la potencia consumida por un equipo es tan pequeña que el circuito de arranque automático no lo detecta, el inversor no arranca. Véase el apartado Manual / Automático.

**LÁMPARAS FLUORESCENTES Y FUENTES DE ALIMENTACIÓN.** Algunos dispositivos no pueden ser detectados por el sensor de carga. Algunas computadoras o equipos electrónicos tienen fuentes de alimentación que no suponen carga hasta que se genera tensión en la línea. Para alimentar estos consumos hay que usar una carga auxiliar que sea detectada por el inversor o programar el inversor en modo continuo o manual. Véase el apartado Manual / Automático.

**HORNOS MICROONDAS.** Los microondas necesitan alimentarse de picos de tensión de salida. Un mayor voltaje de salida supone cocinar más rápidamente. Los picos de tensión de salida dependen de la tensión de la batería y de la potencia del microondas.

**SENSIBILIDAD.** Si la potencia total de las cargas diseñadas decrece después de su puesta en marcha y si el resultado es inferior al ajuste del arranque automático, el inversor se parará y posteriormente arrancará, alternativamente.

**ELECTRÓNICAS.** Las radios AM recogen picos de ruido, especialmente en onda media. Las grabadoras / reproductoras económicas recogen los pitidos emitidos por el inversor si está muy cerca. No deben iniciarse cargas grandes mientras un ordenador este funcionando, pues el inversor podría pararse e iniciar un arranque en rampa lo que apaga y enciende el ordenador.

### Dimensionado del inversor

Algunos tipos de cargas como los motores, bombas y compresores necesitan en el momento del arranque una potencia muy superior a su potencia nominal, es lo que denominamos 'Punta de Arranque', que podría llegar a hacer actuar la protección de temperatura.

En líneas generales, la potencia de dimensionado de un inversor se debe realizar en función del tipo de cargas que se desee utilizar y con previsión de lo que en un futuro podría ser necesario.

Desconfiar de la potencia en W o Kw que aparece en los motores, este dato suele ser el de la potencia mecánica del eje, cuando el dato que necesitamos es el de la potencia eléctrica consumida. Es preferible calcular la potencia eléctrica consumida a partir del dato de la intensidad en amperios, dato que suele incluirse en estas etiquetas.

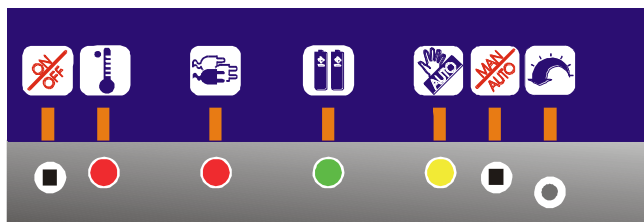


**Un 20-30% de potencia adicional sobre la potencia posible total instalada es un valor recomendado para la mayoría de los casos.**

## FUNCIONAMIENTO

### Panel de Control

Tal como se comprueba en el siguiente dibujo, la carátula frontal de control consta de dos pulsadores, un potenciómetro de ajuste de la sensibilidad y cuatro indicadores luminosos del estado que facilitan la utilización del inversor y proporcionan información del funcionamiento del sistema.



La información del MODO DE TRABAJO se visualiza en carátula y se corresponde con:

ESTADO LED	INDICACION
APAGADO	Equipo parado. A la espera de cambio de modo.
INTERMITENTE LENTO	Modo Automático. Generando pulsos de test de línea. Consumo No conectado.
INTERMITENTE RAPIDO	Modo Automático. Generando AC. Consumo conectado.
ENCENDIDO CONTINUO	Modo Manual. Generando continuamente AC.



La información de la TENSION BATERÍA se visualiza en carátula y se corresponde con:

ESTADO LED	INDICACION
APAGADO	Tensión de batería muy baja. Paro del Inversor.
INTERMITENTE	Tensión de batería baja, próxima al límite mínimo permitido.
ENCENDIDO CONTINUO	Tensión de batería óptima de trabajo.



La información de SOBRECARGA se visualiza en carátula y se corresponde con:

ESTADO LED	INDICACION
APAGADO	Potencia de consumo óptima.
INTERMITENTE	Potencia de consumo superior a ¾ de la potencia nominal. El inversor sigue en funcionamiento
ENCENDIDO CONTINUO	Exceso de potencia de consumo. Indica Paro del Inversor durante 30 segundos, momento en el que inicia un nuevo intento de arranque.



La información de la TEMPERATURA se visualiza en carátula y se corresponde con:

ESTADO LED	INDICACION
APAGADO	Temperatura óptima de trabajo.
INTERMITENTE	Temperatura próxima al límite máximo permitido.
ENCENDIDO CONTINUO	Exceso de temperatura. Indica Paro del Inversor. Al enfriarse pasará a intermitente y volverá a arrancar

### Puesta en marcha y paro

La puesta en marcha y paro se gestiona con los pulsadores del panel de control:



MARCHA/PARO

MANUAL/AUTOMATICO

Quando se realiza la primera conexión con las baterías (se conecta el magnetotérmico), el equipo genera una señal acústica (cuatro pitidos) y parpadean todos los leds tres veces quedándose el led verde de baterías encendido, esto indica que el inversor está alimentado y en estado parado (no se genera corriente alterna AC).

Al presionar el pulsador de MANUAL/AUTOMATICO del equipo, se pone en marcha (genera AC), iluminándose el indicador del Modo Trabajo, indicando MODO MANUAL. Si se presiona otra vez el pulsador de MAN/AUTO el inversor se encuentra en MODO AUTOMATICO

Cada vez que se presiona el pulsador MAN/AUTO el inversor emite un pitido audible si pasa a MODO MANUAL, y dos pitidos rápidos si pasa a MODO AUTOMÁTICO. Si estaba en manual cambiará a automático, y al revés.

Para arrancar y detener el funcionamiento del inversor se utiliza el pulsador MARCHA/PARO. Presionando alternativamente, se cambia el estado de marcha a paro y viceversa. El tiempo de espera entre pulsaciones de marcha/paro debe de ser de 5 segundos.

En el caso de inversores en paralelo, el control de MANUAL/AUTOMÁTICO se realiza en el inversor principal o maestro, estando deshabilitado el botón MAN/AUTO del segundo inversor.



**El modo recomendable de funcionamiento del inversor es en modo automático para reducir al máximo el consumo en vacío del equipo.**



**Antes de desconectar el interruptor magnetotérmico hay que parar previamente el inversor con el pulsador "ON/OFF"**

### Modo Manual

Siempre está generando corriente alterna AC.



## Modo Automático

El inversor TAURO dispone de la función de arranque y paro automático para reducir al máximo el consumo en vacío del equipo.

La gestión del arranque automático consiste en detectar la potencia de consumo conectada de forma automática, si no se detecta ningún consumo conectado el inversor se para automáticamente.

Una vez parado el inversor realiza pulsos de tensión en la salida de línea aproximadamente cada segundo, y si detecta la conexión de algún consumo, el inversor se pone en funcionamiento.

Cada 15 segundos (aprox.), se genera un impulso largo que genera corriente AC durante 2 segundos, lo que permite activar posibles consumos complejos que no se pueden detectar con los impulsos cortos.



La sensibilidad del arranque automático se puede regular mediante el potenciómetro externo de carátula. En el caso de inversores en paralelo, se regula en el inversor principal o maestro.

Para disminuir la sensibilidad o tarar consumos mayores, hay que girar el potenciómetro en el sentido de las agujas del reloj.

Para realizar el ajuste del Arranque Automático, previamente, hay que conectar el consumo mínimo que se desee detectar y girar el potenciómetro de Sensibilidad al mínimo en el sentido de las agujas del reloj; para posteriormente girar lentamente el potenciómetro en sentido contrario a las agujas del reloj hasta que el LED de Modo de Trabajo pase de estado intermitente lento a intermitente rápido.

La selección del modo 'MANUAL' de funcionamiento, pone inmediatamente en marcha al equipo, anulando el modo de funcionamiento automático.

## Gestión automática de puntas de arranque

Cuando se realiza el arranque de una carga que solicita una punta de consumo, el inversor permite el suministro de una potencia superior a la nominal durante un período de tiempo, inversamente proporcional a la magnitud de la sobrecarga. Esto permite el arranque de la mayor parte de las cargas, no obstante, es posible encontrar cargas que se comportan de distintas formas.

El inversor puede proporcionar potencias puntuales de aproximadamente hasta un 300% de su potencia nominal, no obstante, si el pico de arranque rebasa este valor, se alcanza el valor de protección. En el caso de que se superen los límites asignados durante demasiado tiempo, el equipo se detiene durante aproximadamente 30 segundos e intenta un nuevo arranque.

Cuando una carga no consigue realizar el arranque de forma correcta puede ser debido a múltiples causas:

- ✓ Si el inversor no tiene suficiente potencia para realizar el arranque se produce una sobrecarga o incluso se alcanza la situación de cortocircuito, lo que hace que el inversor active sus protecciones y se detenga.

- ✓ Si se produce una excesiva caída de tensión de batería en el momento del arranque, el inversor no puede suministrar potencia en condiciones para realizar el arranque, en este caso lo que impide el funcionamiento es ajeno al inversor y a la carga. Puede ser debido a los cables de alimentación de batería o a la propia batería.

## Arranque en rampa

En el caso de que se intente realizar un arranque y se solicite una punta de potencia que supere la condición de cortocircuito, el inversor se detiene e intenta un nuevo arranque en rampa.

El arranque en rampa permite iniciar el funcionamiento de motores sin que sea necesaria una punta de arranque. Esta función hace posible el arranque de motores para los que sería necesario utilizar inversores de una potencia nominal muy superior.



**ADVERTENCIA. LA CONEXIÓN DE UN GENERADOR AC DIRECTAMENTE EN LA SALIDA AC DEL INVERSOR CAUSA UNA AVERIA EN EL EQUIPO.**

## CIRCUITOS DE PROTECCIÓN

El inversor restablece automáticamente su funcionamiento después de las siguientes condiciones de protección: baja tensión de batería, cortocircuito en la salida, sobrecarga y sobret temperatura.

### Baja tensión de entrada

Una tensión de entrada excesivamente baja incrementa los valores de intensidad para la misma potencia y delata una situación de excesiva descarga del acumulador, si se detecta una tensión de entrada inferior al rango asignado, se activa la protección que provoca la interrupción en el funcionamiento del inversor.

Esta situación se puede producir por varias causas, entre las que citamos las siguientes:

- ✓ El estado de carga de la batería es excesivamente bajo.
- ✓ Los conductores de la entrada DC del inversor son excesivamente largos o de sección insuficiente.
- ✓ Algún elemento de conexión de la línea de entrada DC del inversor no está bien apretado o hace mal contacto. En estos casos, revisar las bornas de entrada DC al inversor, bornas de batería o puentes entre elementos de las baterías

El rearme de esta protección se realiza de forma automática al recuperar el valor de la tensión nominal más un 2%.

El valor asignado a la protección de baja tensión es variable dependiendo de la carga conectada. Para valores bajos de consumo el valor es más elevado que para cargas de potencia superior, de esta forma se compensa el descenso de tensión que se provoca en la batería cuando se le solicitan intensidades de consumo elevadas.

## Sobretensión de entrada

Una elevada tensión de entrada puede llegar a causar daños en el inversor. Esta situación se puede producir por varias causas, entre las que citamos las siguientes:

- ✓ El sistema de regulación de carga de la instalación fotovoltaica no funciona y la batería está sobrecargada.
- ✓ Se ha desconectado la batería y se recibe tensión de panel directamente en bornas del inversor.
- ✓ Se está cargando la batería con generadores que no disponen de sistema de regulación de carga.

Cualquiera de las situaciones anteriores debe ser evitada ya que podrían causar daños a cargas conectadas en la instalación y ocasionalmente al inversor.

## Temperatura elevada

El inversor dispone de un sistema de refrigeración que le permite disipar el calor hasta un nivel de potencia determinado.

La gestión de las protecciones mantiene un seguimiento de la temperatura interna de los elementos disipadores de calor, en el caso de producirse una punta de arranque o por la obstrucción de los conductos de ventilación, se rebasen los límites de temperatura, la protección limitará automáticamente el funcionamiento del inversor.

Una vez sobrepasado, el inversor se detiene y permanece parado hasta que se restablezca la temperatura a un nivel aceptable, y volverá a arrancar.

## Cortocircuito en salida

La respuesta frente al cortocircuito es inmediata y provoca la interrupción en el funcionamiento del inversor, iluminando el correspondiente indicador de Sobrecarga en la carátula.

El rearme se intenta de forma automática a intervalos regulares de aproximadamente 30 segundos. El inversor puede permanecer en este estado durante largos periodos de tiempo sin que ello provoque daños en sus dispositivos, aunque no es aconsejable.

## Sobrecarga

La respuesta frente a situaciones de sobrecarga es lenta, ya que depende del incremento de temperatura interna, esta situación puede llegar a provocar la interrupción en el funcionamiento del inversor.

Cuando la potencia suministrada supera 3/4 de la potencia nominal, el indicador de Sobrecarga se ilumina intermitentemente, indicando que la potencia de funcionamiento se acerca a su capacidad máxima.

Si la carga conectada es superior a la potencia nominal y el inversor consigue realizar el arranque, entrará en sobrecarga pero mantendrá su funcionamiento durante un tiempo hasta que la protección de sobretemperatura pare el inversor.

El rearme se intenta de forma automática a intervalos regulares una vez la temperatura se ha situado en un valor de trabajo aceptable.

El inversor dispone de un interruptor magnetotérmico en la línea de entrada procedente de la batería, cuya función es la desconexión total del inversor y la protección contra sobrecargas de la línea.

# INSTALACIÓN

## Ubicación

Los inversores son equipos electrónicos sofisticados y deben ser tratados en consecuencia. En la selección del lugar adecuado para la instalación del inversor, **NO** se debe pensar en los mismos términos que para otros equipos tales como baterías, generadores diesel, motores, etc. Es un equipo formado por complejos microprocesadores de control, circuitos integrados, osciladores de cristal, transistores MOSFET, etc.

**LA INSTALACION DEL INVERSOR DEBE REALIZARSE EN LUGARES SECOS Y PROTEGIDOS DE FUENTES DE CALOR Y HUMEDAD. EXPONER EL INVERSOR A GOTERAS O PROYECCIONES DE AGUA ES PARTICULARMENTE DESTRUCTIVO Y POTENCIALMENTE PELIGROSO.**



La instalación del equipo debe realizarse próxima a los acumuladores para reducir al máximo las longitudes de los cables, pero nunca en la misma habitación que las baterías. Los gases que emiten las baterías son explosivos y muy corrosivos para los equipos electrónicos cuando alcanzan una cierta concentración, por lo que es importante que el lugar disponga de una ventilación adecuada.

No colocar el inversor en contenedores cerrados. No obstruir la entrada o la salida del aire colocando objetos sobre o bajo el inversor. Al no circular el aire se reduce su capacidad de refrigeración y por lo tanto su potencia máxima disminuirá con el tiempo, interrumpiendo su funcionamiento a un nivel de potencia inferior al nominal.

Las condiciones del entorno del inversor van a ser decisivas a largo plazo, manteniendo todos sus componentes en un estado óptimo de funcionamiento.

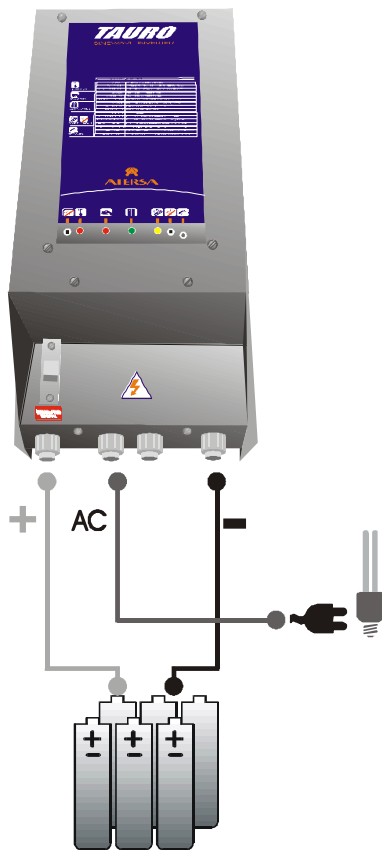
## Fijación

Para realizar la instalación y facilitar el trabajo del instalador, colocar el inversor en posición vertical, fijado a la pared.

Los cables eléctricos de conexión deben estar fijados a la pared y no "colgados" del inversor.

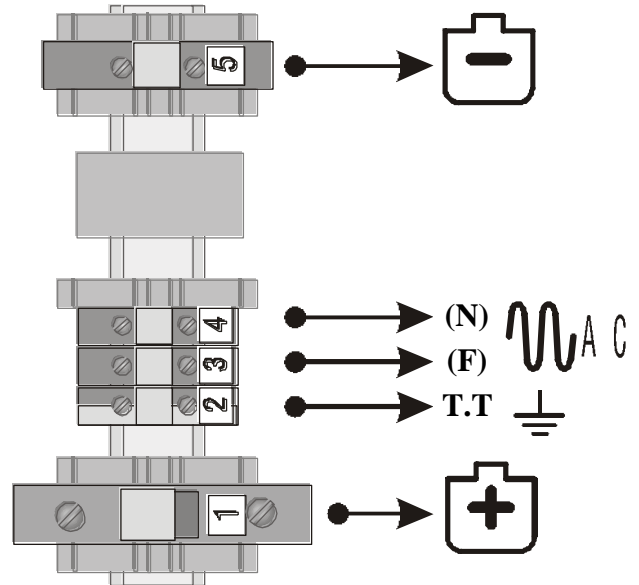
Existen dos formatos físicos que dependen del modelo del inversor. La posición de los taladros de fijación se corresponde con los vértices de un rectángulo de 240x230 mm en posición vertical en los modelos sin ventilación. Para los modelos con ventilación (de mayores dimensiones), los taladros deben situarse en un rectángulo de 478x308 mm en posición vertical

## Diagrama de instalación



- ✓ Señalizar los cables de batería con cinta o termorretráctil de colores. Encintar juntos los cables de batería. Esto reduce la inductancia en los cables, resultando una mejor forma de onda y una menor intensidad en los filtros del inversor.
- ✓ Es importante evitar cualquier contacto con las zonas internas que podrían provocar averías.

Retirar la tapa de bornas del inversor quitando los tornillos frontales de fijación que incorpora, de esta forma se accede al interior quedando al descubierto el regletero de bornas que aparece en la figura inferior.



## Conexión



La instalación del inversor debe realizarse por personal técnico cualificado. Consultar las normas que regulan la utilización de corrientes en baja tensión en cuanto a requerimientos de conectores, dimensión de cables y canalizaciones.



### ADVERTENCIAS

- ✓ **EL INVERSOR NO ESTÁ PROTEGIDO CONTRA INVERSIONES DE POLARIDAD.** Si el terminal positivo de la batería es conectado al terminal negativo del inversor y viceversa, se pueden provocar averías y dejar fuera de servicio el equipo. Este fallo es fácilmente detectable y no está cubierto por la garantía.
- ✓ El inversor permite picos de corriente elevados. Si los cables de las baterías son demasiado pequeños y/o las conexiones están sueltas o poco apretadas, se pierde eficiencia y potencia máxima de salida.



### RECOMENDACIONES

- ✓ **PREPARAR CABLES DE BATERÍA CON LA SECCIÓN LO MÁS GRANDE Y LO MÁS CORTOS POSIBLES.** Se recomienda para una longitud de 2 metros una sección mínima de 25mm<sup>2</sup>. Para distancias superiores la sección debe incrementarse.

El proceso de instalación se realizará siguiendo los pasos siguientes:

1. Conectar los cables AC, neutro(3) y fase(4), a las bornas de Salida a Red.
2. Comprobar la tensión del banco de baterías y conectar los cables DC, positivo(1) y negativo(5) de batería, a las bornas de Entrada de Batería. El magnetotérmico de entrada de batería debe permanecer desconectado.
3. Conectar el cable de Toma Tierra (2).
4. Activar el interruptor magnetotérmico de Entrada de Batería.
5. Pulsar el botón Manual/Automático. El inversor inicia el funcionamiento en modo Manual.
6. Si es necesario, ajustar la sensibilidad del arranque automático para la detección de un determinado consumo.

Una vez alcanzado este punto, se ha completado la puesta en marcha de forma satisfactoria.

En el caso de que no se verifiquen los pasos, anotar las reacciones del equipo en cada momento con el fin de realizar una primera consulta telefónica con nuestro servicio de asistencia técnica en fábrica.



## Control Remoto

Si se desea controlar la puesta en marcha y paro del inversor a distancia, el inversor dispone de unas bornas de conexión para ello.

Al conectar entre sí estas dos bornas, el inversor se parará y permanecerá en estado de reposo hasta que se desconecten estas bornas, que activará su funcionamiento.

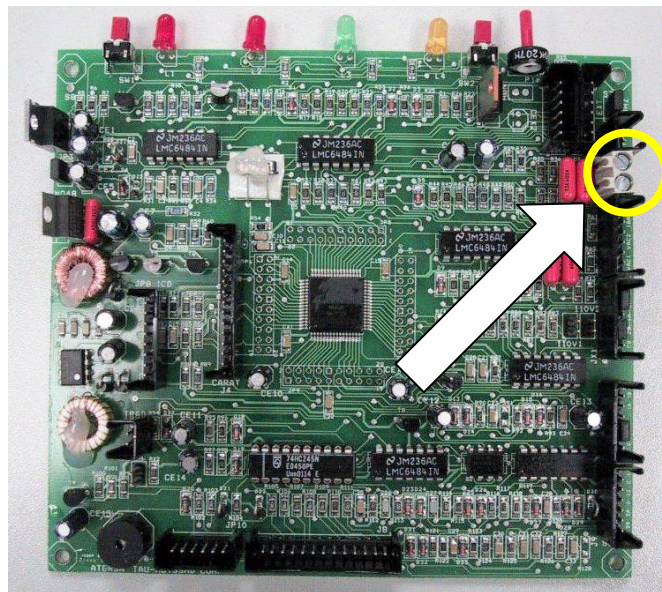
Las bornas de conexión del Control Remoto se encuentran en el circuito de control del inversor. Para hacer uso de esta función, siga los siguientes pasos:

- 1.- Desconecte el inversor por completo para prevenir accidentes o cortocircuitos.
- 2.- Retire la tornillería exterior para destapar el inversor y acceder a su interior. En los modelos sin ventilación forzada, sólo será necesario retirar la tapa de los magnetos.



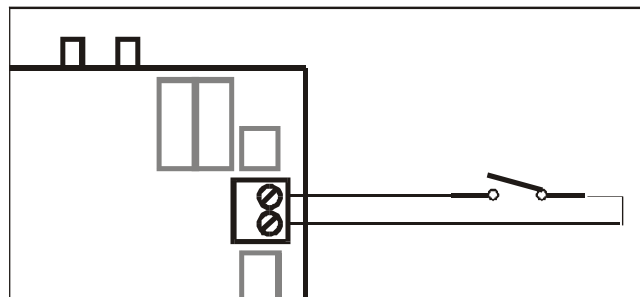
- 3.- Localice el circuito de control que contiene los indicadores luminosos y pulsadores frontales.

- 4.- Las bornas de conexión del Control Remoto se encuentran en el borde derecho del circuito, próximas al borde superior (ver fotografía). El circuito lleva la inscripción "REMOT" junto a las bornas.



- 5.- Con un destornillador plano, manipular estas bornas para realizar las conexiones con dos cables (de 0'5 ó 1mm de sección) y la longitud que sea necesaria.

- 6.- Estos dos cables se pueden conectar a un interruptor o a un relé libre de potencial. Mientras el interruptor esté abierto, el inversor estará en funcionamiento y cuando esté cerrado el inversor estará en reposo.



### ADVERTENCIAS

- ✓ **EL CABLEADO DE CONTROL REMOTO DEBE ESTAR COMPLETAMENTE AISLADO Y EN UN CIRCUITO CERRADO.** Debe evitar que los cables se conecten a tierra o a cualquier potencial, ya que puede provocar la avería del inversor.
- ✓ Es recomendable que los cables de control remoto no tengan más de 3 ó 4 metros, y no discurren cerca de otros cables o aparatos electrónicos, ya que pueden causar interferencias que provoquen un mal funcionamiento del inversor.



## MONTAJE EN PARALELO

Cuando dos inversores TAURO BC se encuentran montados en paralelo, se establece un inversor principal (llamado MAESTRO), que controla al inversor secundario (llamado ESCLAVO). El inversor MAESTRO activa al ESCLAVO en función de la potencia de consumo requerida.

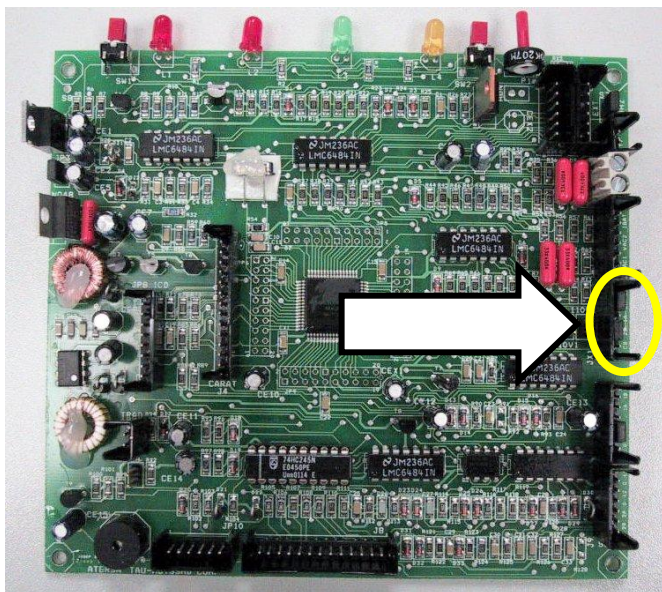
En el conexionado en paralelo de los inversores, se utiliza el Kit de Conexión en Paralelo de TAURO BC, donde se centralizan todos los cableados de potencia y comunicaciones entre los inversores.



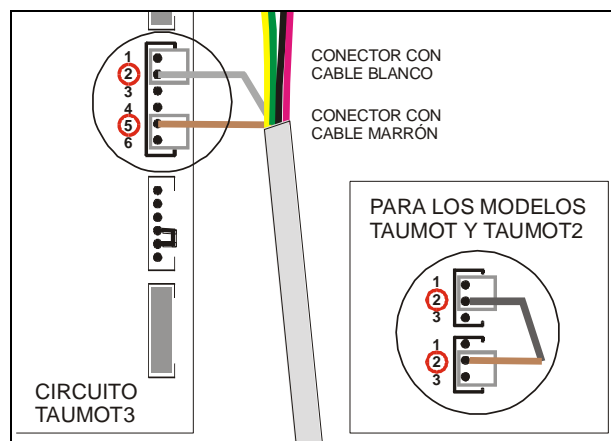
### Instalación Kit de Paralelo

No realizar estas conexiones si se trata de un paralelo montado de fábrica, pues ya estarán realizadas.

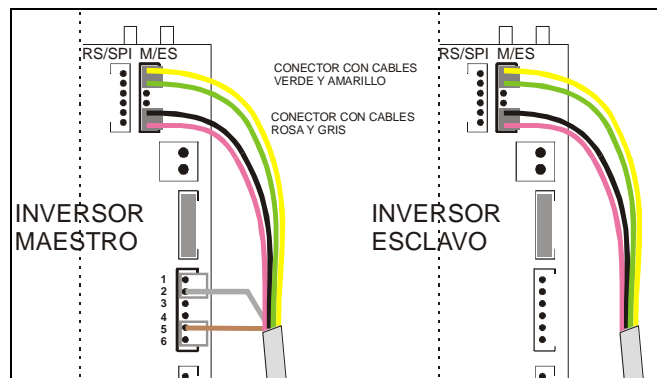
1. Apague y desconecte los inversores. Retire la tornillería como se indica en el apartado de Control Remoto.
2. Elija un inversor como MAESTRO e identifíquelo.
3. Localice en el circuito de control del MAESTRO, el zócalo JX1 indicado en la fotografía. En algunos modelos hay dos zócalos de 3 pines (J5 y J6) en lugar de uno de 6 pines (JX1). Retire los dos minipuentes con ayuda de unas pinzas.



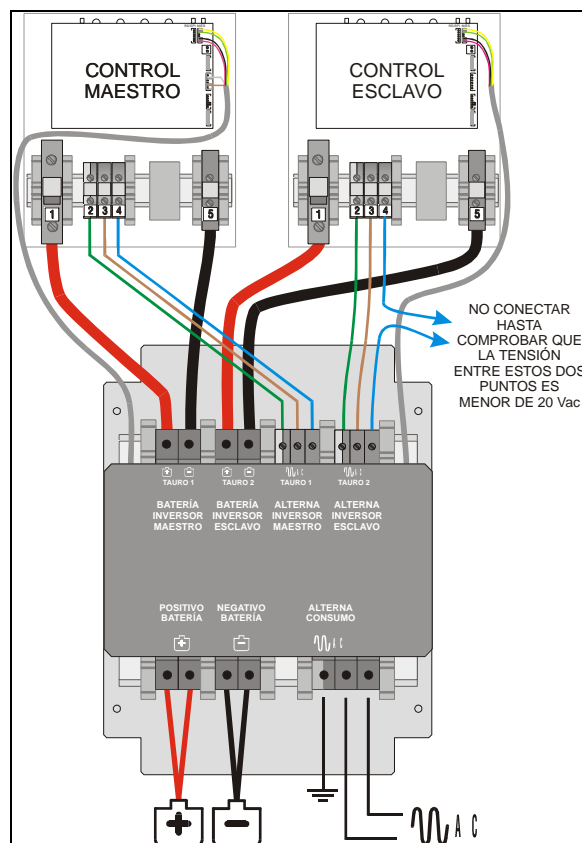
4. De la caja de conexión de paralelos el cable de comunicación para el Inversor MAESTRO, tiene 4 conectores pequeños.
5. Pasar los conectores uno a uno a través de uno de los pasamuros del inversor (preferiblemente el segundo por la derecha)
6. Los dos conectores con un solo cable (uno blanco y otro marrón) se conectan al circuito de control del Inversor MAESTRO, en el zócalo JX1 (o en J5 y J6 en algunos modelos), exactamente como indica el siguiente esquema, teniendo en cuenta que los cables deben quedar conectados en los pines 2 y 5.



7. Los otros dos conectores del cable de comunicación del Inversor MAESTRO, y del cable de comunicación del ESCLAVO, se conectan al zócalo marcado como "M/ES" (esquina superior derecha), exactamente como indica el gráfico:



8. Conectar con cables las conexiones de batería de los inversores, a las bornas de batería de la caja de conexión de paralelos (ver esquema).



9. Conectar las tomas de tierra y la fase de los inversores, a las bornas correspondientes de toma de tierra y fase de la caja de conexión de paralelos (ver esquema anterior).
10. Conectar SÓLO la fase del Inversor MAESTRO a la borna de la caja de conexión de paralelos (ver esquema anterior).
11. **ATENCIÓN:** NO CONECTAR EL CABLE DE NEUTRO DE ALTERNA DEL INVERSOR ESCLAVO. Previamente hay que realizar una serie de comprobaciones.
12. Conectar el negativo de batería a las bornas de negativo de la caja de conexión de paralelos.
13. A continuación conectar el positivo de batería.
14. Activar magnetotérmicos. Si los inversores no arrancan, pulsar el botón de arranque (ON) en el inversor MAESTRO, para activar el conjunto.
15. Compruebe que los dos inversores están encendidos y en marcha.
16. Utilizar un multímetro en tensión alterna, y medir la tensión que existe entre cada fase del inversor:
  - Si la tensión entre las fases es MENOR de 20 voltios, la polaridad es correcta y se debe conectar a las borna de fase de la caja de conexión de paralelos.
  - Si la tensión es mayor, hay que invertir los cables de alterna del inversor ESCLAVO, para corregir la polaridad.
17. Compruebe que las conexiones estén bien realizadas y apretadas.
18. Cierre los inversores y la caja de conexión



### Puesta en marcha

Antes de poner en marcha los inversores hay que asegurarse de que TODOS los cables están bien conectados, y seguir paso a paso las instrucciones siguientes.

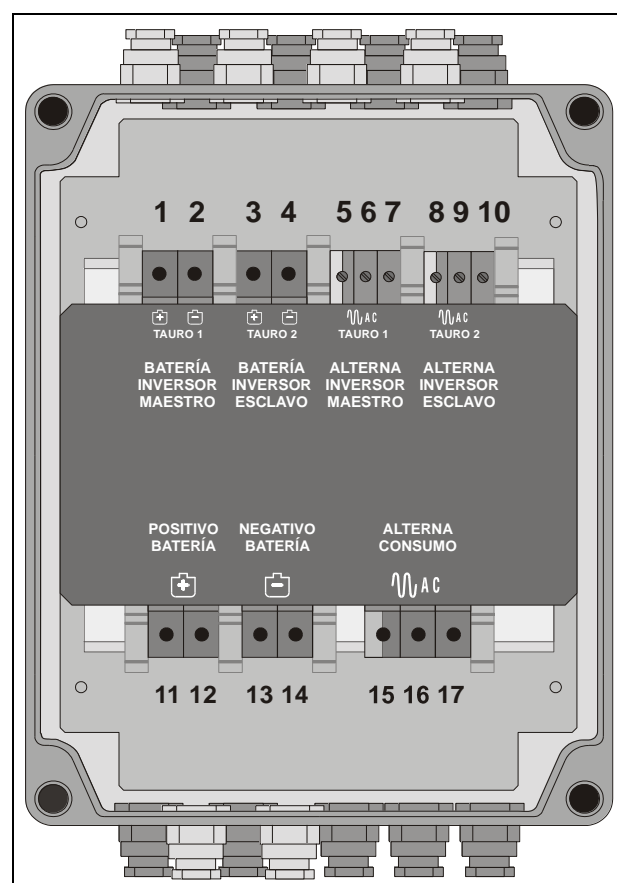
1. Conectar los magnetotérmicos y pulsar botón de ON (en los dos inversores). Deberán parpadear todos los indicadores luminosos y se escucharán 4 tonos. Los dos inversores se quedaran en estado de espera.
2. Pulsar el botón de MANUAL/AUTO solamente en un inversor. Esto lo convertirá en el inversor MAESTRO.
3. El otro inversor emitirá dos tonos para indicar que ahora es el ESCLAVO (quedando su pulsador de MANUAL/AUTOMÁTICO inutilizado).
4. En este punto, el inversor está en marcha generado AC sin interrupción, es decir, está en marcha con el modo de funcionamiento 'Manual'.

### Control Remoto Inversores Paralelo

Para utilizar la función de Control Remoto en Inversores montados en Paralelo, sólo se debe utilizar las bornas de Control Remoto del Inversor MAESTRO.

### Listado de Bornas del Kit de Conexión en Paralelo

BORNA Nº	DESCRIPCIÓN
1	MAESTRO – Positivo de Batería
2	MAESTRO – Negativo de Batería
3	ESCLAVO – Positivo de Batería
4	ESCLAVO – Negativo de Batería
5	MAESTRO – Toma de Tierra
6	MAESTRO – Fase
7	MAESTRO – Neutro
8	ESCLAVO – Toma de Tierra
9	ESCLAVO – Fase (o Neutro)
10	ESCLAVO – Neutro (o Fase)
11-12	POSITIVO DE BATERÍA
13-14	NEGATIVO DE BATERÍA
15	TOMA DE TIERRA
16	FASE
17	NEUTRO



### Funcionamiento Individual

En el caso de que se produzca una avería, es posible disponer de servicio retirando el módulo averiado.

Apagar y desconectar totalmente los inversores, retirar los cables que conectan el equipo averiado con el otro inversor y dejar sus puntas aisladas. Realizar la conexión como si se tratase de un solo inversor.

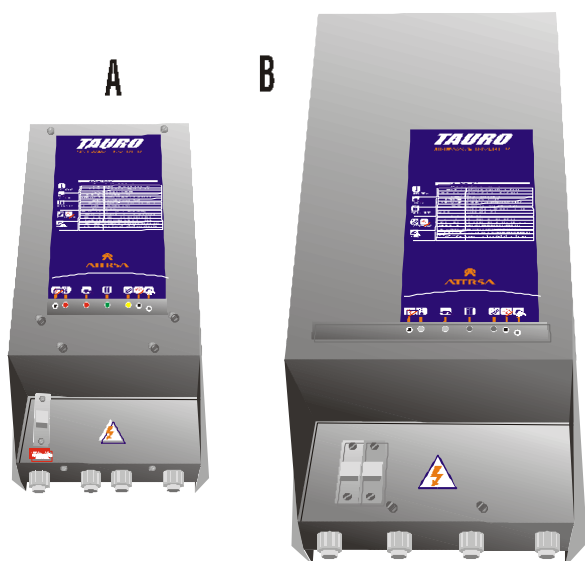
## INFORMACIÓN TÉCNICA

MODELO	712	1512	824	1524	1524/V	2024/V	3024/V	848	1548	2548	2548/V	5048/V	4120/V
Especificaciones Eléctricas													
Potencia Nominal a 20°C	700 VA	1500 VA	800 VA	1500 VA	1500 VA	2000 VA	3000 VA	800 VA	1500 VA	2500 VA	2500 VA	5000 VA	4000 VA
Tensión Nominal de Entrada	12 Vdc		24 Vdc					48 Vdc					120 Vdc
Rango Tensión de Entrada (Vdc)	10-16		20-32					40-64					100-160
Desconexión Automática Baja Tensión (Vdc)	10.8-11.6		21.9-23.2					43.8-46.4					108-116
Potencia Pico de Arranque	+300%												
Intensidad máxima de Pico de Arranque en DC	160 A		150 A	180 A		300 A	350 A	150 A		180 A		350 A	90 A
Forma de Onda	Senoidal Pura												
Tensión Nominal de Salida	230 Vac o 110 Vac (según modelo)												
Rango Tensión de salida	± 7 %												
Frecuencia Nominal de Salida	50 Hz o 60Hz (según modelo)												
Rango Frecuencia de salida	± 0,1 Hz												
Distorsión Armónica Media	< 4 %												
Rendimiento Máximo	93 %												
Potencia en Régimen Constante	450 VA	1400 VA	500 VA	900 VA	1350 VA	1800 VA	2800 VA	600 VA	900 VA	1100 VA	2300 VA	4200 VA	3800 VA
Opción de tensión de salida 110V y 60Hz	Sí	Sí	Sí	Sí		No	Sí			Sí		Sí	Sí
Sensibilidad para Arranque Automático	9 W												
Consumo aprox. en Vacío a tensión nominal generando AC.	0.70 A	0,80 A	0.35 A	0.39 A		0.65 A	0.85 A	0.15 A	0.25 A	0.30 A		0.86 A	0.30 A
Consumo Medio en automático	70 mA		48 mA			60 mA	70 mA	32 mA	38 mA			90 mA	38 mA
Consumo Mínimo en automático	47 mA		33 mA			33 mA			25 mA			25 mA	25 mA
Sistema de Aislamiento	Transformador toroidal según norma VDE-0550												
Especificaciones Físicas													
Fomato (ver página siguiente)	A	B	A		B			A			B		
Sistema de Refrigeración (por convección)	Natural	Forzada	Natural		Forzada			Natural			Forzada		
Rango de Temperatura de Trabajo	-5 / +40 °C												
Humedad Relativa Máxima (sin condensación)	< 95%												
Dimensiones aprox. (en mm.)	425x250x195	678x330x233	425x250x195		678x330x233			425x250x195			678x330x233		
Peso (aprox.)	14 Kg	30 Kg	14 Kg	17 Kg	34 Kg	34 Kg		14 Kg	17 Kg	19 Kg	34 Kg		32 Kg
Indice de protección	IP20												
Material envolvente	Chapa de Aluminio pintada con resina EPOXI en caliente												
Tornillería	Acero Inox												

Características a tensión nominal, a 20°C de temperatura ambiente y a nivel del mar. Estos datos pueden estar sujetos a modificaciones sin previo aviso.

## FORMATOS

Existen dos formatos físicos de presentación de los equipos, dependiendo si tienen sistema de refrigeración por convección natural (formato A) o si posee un sistema de ventilación forzada (formato B).



## GRÁFICAS DE COMPORTAMIENTO.

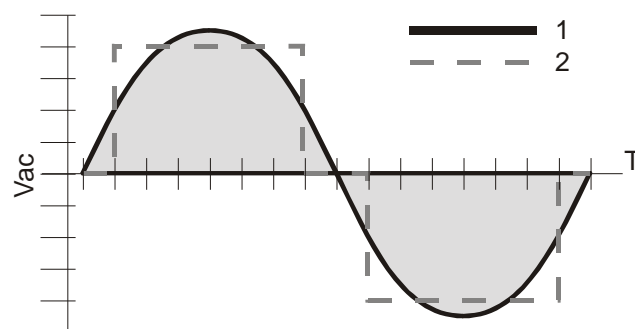
(a tensión nominal, a 20°C de temperatura ambiente y a nivel del mar)

Las curvas de rendimiento de todos los equipos son similares a las curvas siguientes, mientras que las curvas de potencia de salida son proporcionales.

Las curvas de potencia de salida de los modelos con ventilación forzada tienen mayor potencia en régimen continuo (ver tabla de características), en condiciones estándar (a tensión nominal, a 20°C de temperatura ambiente y a nivel del mar).

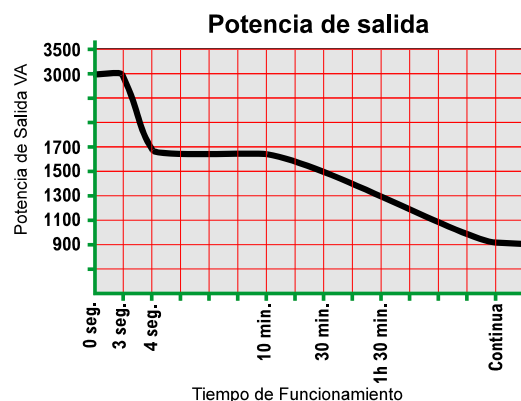
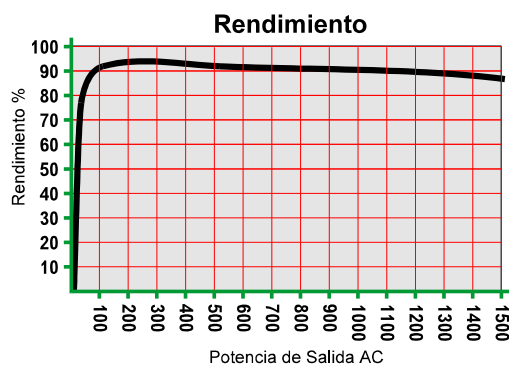
## FORMA DE ONDA

La forma de onda senoidal pura del inversor TAURO, su gran potencia pico para el arranque de motores y su capacidad para funcionar correctamente con cualquier tipo de cargas (inductivas y capacitivas), permiten su utilización sin las limitaciones y problemas de acoplamiento con las cargas e interferencias que presentan los inversores no senoidales: senoidal modificada, pseudosenoidal, cuadrada, trapezoidal, etc.

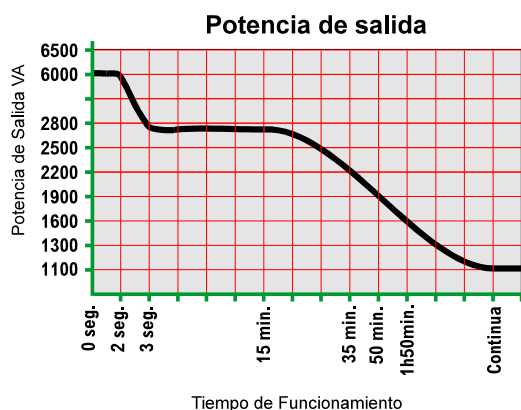
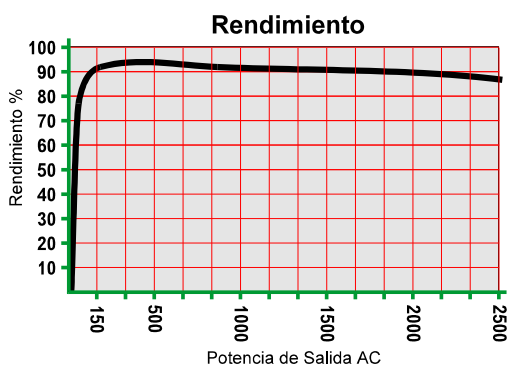


En el gráfico se puede observar la forma de onda correspondiente a un inversor senoidal (forma de onda nº1) comparada con otras formas de onda habituales en inversores y que reciben nombres que pueden prestarse a interpretaciones erróneas (forma de onda nº2).

### TAURO BC 1524



### TAURO BC 2548





## MANTENIMIENTO

El inversor TAURO es un equipo electrónico que no incluye partes que sufran desgaste con el tiempo, el mantenimiento del equipo se reduce a revisiones periódicas que verifiquen las condiciones de trabajo.

La revisión periódica de la instalación debe revisar el estado de las conexiones y el apriete de las bornas, así como la acumulación de polvo y suciedad.

La revisión del equipo se debe hacer extensiva a la revisión de la instalación completa. En cualquier caso, esta revisión debe ser realizada por profesionales.

Comprobar que no hay objetos en la parte superior que impidan la correcta ventilación.

## GUÍA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

SINTOMA	PROBLEMA	SOLUCION
No genera potencia de salida y no da ninguna indicación luminosa.	Tensión de batería en bornas del inversor es demasiado baja.	Revisar la tensión de la batería, interruptores magnetotérmicos o conexiones de los cables.
No genera potencia de salida y el indicador luminoso de modo trabajo está parpadeando.	Carga demasiado pequeña para ser detectada por el circuito de arranque automático.	Aumentar la sensibilidad hasta detectar la pequeña carga conectada.
El inversor no puede suministrar potencia en condiciones para realizar el arranque.	Se produce una excesiva caída de tensión de batería en el momento del arranque.	Revisar cables de alimentación de batería o la propia batería.
	El inversor se detiene al cabo de algunos segundos. Activando sus protecciones. Sobrecarga.	Disminuir la carga para que la potencia pico de arranque sea inferior al 300% de la pot. nominal.
Indicación prematura de baja tensión de entrada.	Cables de entrada DC del inversor son excesivamente largos o de sección insuficiente.	Cables lo mas corto posibles y con la sección más grande posible.
	Elementos de conexión de la línea de entrada DC no está bien apretado o hace mal contacto.	Revisar el contacto y apriete de bornas, terminales, puentes, etc.
Sobretensión de entrada.	Sistema de regulación de la carga averiado.	Desconexión del sistema de regulación para su reparación.
	Se recibe tensión de panel directamente en bornas del inversor.	Conexión de la batería a la instalación.
	Carga auxiliar de la batería mediante generadores que no disponen de sistema de regulación de carga.	No utilizar cargadores de batería sin sistema de regulación de la carga.

## GARANTÍA

El equipo dispone de DOS AÑOS de garantía contra todo defecto de fabricación, incluyendo en este concepto las piezas y la mano de obra correspondiente.


La garantía no será aplicable en los siguientes casos:

- ✓ Daños causados por la utilización incorrecta del equipo.
- ✓ Utilización constante de cargas con potencias superiores a la máxima nominal.
- ✓ Utilización en condiciones ambientales no adecuadas (ver apartado Ubicación).
- ✓ Equipos que presenten golpes, desmontados o se hayan reparado en un servicio técnico no autorizado.
- ✓ Descargas atmosféricas, accidentes, agua, fuego y otras circunstancias que están fuera del control del fabricante.

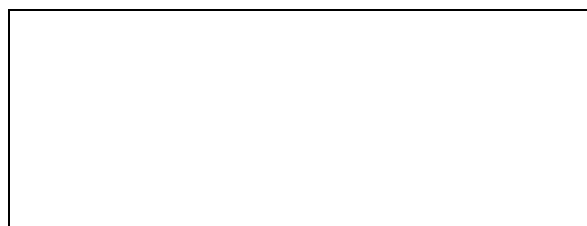
La garantía no incluye los costes derivados de las revisiones periódicas, mantenimiento y transportes, tanto de personal como del inversor.

El fabricante no se responsabiliza de los daños a personas o costes que se puedan derivar de la utilización incorrecta de este producto.

Para obtener el servicio de garantía se deberá dirigir al vendedor, y en el caso de que no sea posible su localización, directamente a fábrica.

 Dado que ATERSA está continuamente mejorando sus productos, la información contenida en esta publicación está sujeta a cambios sin previo aviso.

*DISTRIBUIDOR*



## APLICACIONES TECNICAS DE LA ENERGIA

(www.atersa.com)

**ATERSA MADRID**  
C/ Embajadores, 187-3º  
28045 Madrid - España  
tel. +34 915 178 452  
fax. +34 914 747 467

**ATERSA VALENCIA**  
R.Industrial Juan Carlos I  
Avda. de la Foia, 14  
46440 Almussafes  
Valencia - España  
tel. 902 545 111  
fax. 902 503 355  
e-mail: atersa@elecnor.com

**ATERSA ITALIA**  
Centro Direzionale Colleoni  
Palazzo Liocorno - ingresso I  
Via Paracelso n. 2  
20864 Agrate Brianza  
(MB) - Italia  
tel. +39 039 2262482  
fax. +39 039 9160 546

## **ANEXO N°06. CATALOGO DE CABLES NYY**

## NYY DUPLEX / TRIPLE

### Usos

Aplicación general como cable de energía. En redes de distribución en baja tensión, instalaciones industriales, en edificios y estaciones de maniobra. En instalaciones fijas, en ambientes interiores (en bandejas, canaletas, etc.), directamente enterrado en lugares secos y húmedos.

### Descripción

Conductores de cobre electrolítico recocido, sólido o cableado (comprimido, compactado), aislamiento y cubierta individual de PVC. En la conformación duplex los dos conductores son trenzados entre sí. En la conformación triple, los tres conductores son ensamblados en forma paralela mediante una cinta de sujeción.

### Características

Buenas propiedades eléctricas y mecánicas. La cubierta exterior de PVC le otorga una adecuada resistencia a los ácidos, grasas, aceites y a la abrasión. Facilita empalmes, derivaciones y terminaciones. Menor peso que los cables NYN convencionales y mejor disipación de calor permitiendo obtener una mayor intensidad de corriente admisible. Retardante a la llama.

### Marcación

INDECO S.A. NYN(80°) 0.6/1 kV 3-1x<Sección> <Año> <Metrado Secuencial>

### Calibre

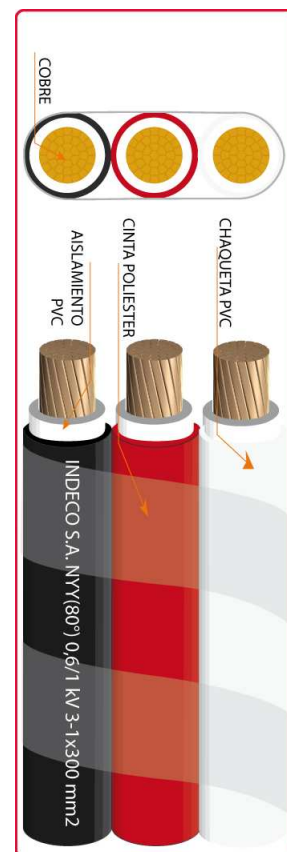
6 mm<sup>2</sup> – 500 mm<sup>2</sup>

### Embalaje

En carretes de madera, en longitudes requeridas.

### Colores

Aislamiento: Blanco  
Cubierta: Duplex : Blanco, negro.  
Triple : Blanco, negro, rojo.



### Norma(s) de Fabricación

NTP-IEC 60502-1

### Tensión de servicio

0.6/1 kV

### Temperatura de operación

80 °C

### TABLA DE DATOS TECNICOS NYY DUPLEX

CALIBRE	Nº HILOS	ESPESORES		DIÁMETRO EXTERIOR	PESO	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA			ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm²		mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
2x1x6	1	1	1.4	15.4	218	77	58	62
2x1x10	1	1	1.4	17	307	105	80	85
2x1x16	7	1	1.4	19.3	454	136	108	112
2x1x25	7	1.2	1.4	22.5	672	170	140	140
2x1x35	7	1.2	1.4	24.6	880	205	175	170

### TABLA DE DATOS TECNICOS NYY TRIPLE

CALIBRE	Nº HILOS	ESPESORES		DIMENCIONES		PESO	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA	ALTO	ANCHO		ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm²		mm	mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
3 - 1 x 6	1	1	1.4	7.8	23.2	324	72	54	58
3 - 1 x 10	1	1	1.4	8.6	25.7	455	95	74	77
3 - 1 x 16	7	1	1.4	9.8	29.1	672	127	100	102
3 - 1 x 25	7	1.2	1.4	11.4	33.9	992	163	131	132
3 - 1 x 35	7	1.2	1.4	12.4	37.1	1298	195	161	157
3 - 1 x 50	19	1.4	1.4	14.1	42	1707	230	196	186
3 - 1 x 70	19	1.4	1.4	15.7	46.8	2339	282	250	222
3 - 1 x 95	19	1.6	1.5	18.2	54.3	3209	336	306	265
3 - 1 x 120	37	1.6	1.5	19.9	59.5	3975	382	356	301
3 - 1 x 150	37	1.8	1.6	21.7	64.9	4836	428	408	338
3 - 1 x 185	37	2	1.7	24.1	72	6027	483	470	367
3 - 1 x 240	37	2.2	1.8	27	80.8	7825	561	562	426
3 - 1 x 300	37	2.4	1.9	29.8	89.3	9736	632	646	480
3 - 1 x 400	61	2.6	2	33.2	99.4	12336	730	790	555
3 - 1 x 500	61	2.8	2.1	36.9	110.4	15590	823	895	567

(\*) Temperatura del suelo: 20°C  
 Temperatura ambiente: 30°C  
 Temperatura en el conductor: 80°C  
 Resistividad del suelo: 1 k.m/W



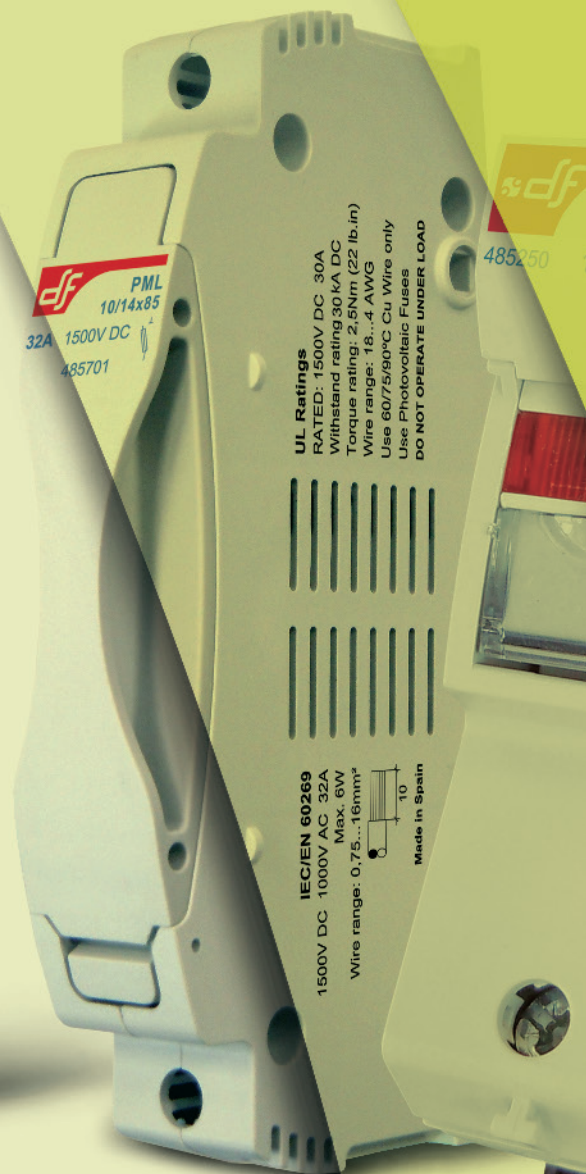
## **ANEXO N°07. CATALOGO DE FUSIBLES**



fusibles & bases

# FOTOVOLTAICOS





# FOTONOTALCOS

## FUSIBLES

- PAGINA **02** | gPV 10x38 & 14x51 600 & 1000V/1100V DC FUSIBLES  
PAGINA **03** | gPV 10x85 1200 & 1500V DC FUSIBLES  
PAGINA **04** | gPV NH1 & NH3 1000V DC FUSIBLES

## BASES

- PAGINA **05** | PMF 10x38 & 14x51 1000V DC BASES  
PAGINA **06** | PML 10/14x85 1500V DC BASES  
PAGINA **08** | CONTACTO PINZA PARA FUSIBLES Ø10  
PAGINA **09** | NH1, NH2 & NH3 ST 1000V DC BASES














## gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

La principal novedad que ofrecen estos productos es la tensión asignada de 1000 V DC y 600 V DC. Están destinados principalmente a ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica en instalaciones fotovoltaicas, donde, debido al constante incremento de potencia y la evolución tecnológica, es común que se precise proteger grupos de paneles solares que pueden alcanzar tensiones superiores a 800 V DC. También pueden utilizarse como protección en instrumentación y como protección de circuitos auxiliares en ferrocarriles. Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la nueva Norma IEC60269-6). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos lo que permite un alto poder de corte en un reducido espacio. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características. Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las bases modulares PMF 1000 V en versión unipolar o bipolar (con o sin indicador de fusión).

10x38

1000V  
DC

$I_n$ (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Unid./CAJA
1	491601	30	10/100
2 	491602	30	10/100
3 	491604	30	10/100
4 	491605	30	10/100
5 	491606	30	10/100
6 	491610	30	10/100
8 	491615	30	10/100
10 	491620	30	10/100
12 	491625	30	10/100
15 	491629	30	10/100
16 	491630	30	10/100
20 	491635	30	10/100



600V  
DC

1	491901	30	10/100
2	491902	30	10/100
3	491904	30	10/100
4	491905	30	10/100
5	491906	30	10/100
6	491910	30	10/100
8	491915	30	10/100
10	491920	30	10/100
12	491925	30	10/100
15	491929	30	10/100
16	491930	30	10/100
20	491935	30	10/100
25	491940	30	10/100
30	491944	30	10/100
32	491945	30	10/100



14x51

1100V  
DC

15	491647	10	10/50
20	491648	10	10/50

1000V  
DC

25	491650	30	10/50
32	491655	30	10/50




NORMAS

IEC 60269-1  
IEC 60269-6  
UL 2579

HOMOLOGACIONES

Cd-Pb  
RoHS  
compliant



TECNICO

CARACTERISTICAS t-I

PAGINA 09

TECNICO

COEFICIENTE REDUCCION  
POR TEMPERATURA  
AMBIENTE

PAGINA 12

COMPATIBLE

PV BASES PARA  
APLICACIONES  
FOTOVOLTAICAS

PAGINA 05

COMPATIBLE

CONTACTO PINZA PARA  
FUSIBLES Ø10

PAGINA 07

# FOTOVOLTAICOS

## FUSIBLES



### gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

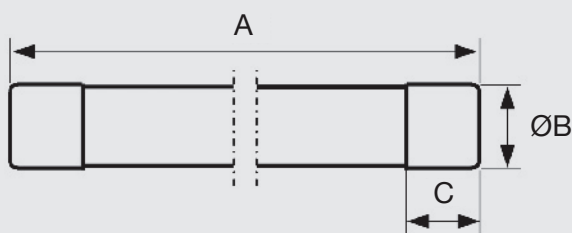
10x85	$I_n$ (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Unid./CAJA
1500V DC	2	492202	10	4/24
	4	492205	10	4/24
	6	492210	10	4/24
	8	492215	10	4/24
	10	492220	10	4/24
	12	492225	10	4/24
	15	492229	10	4/24
	16	492230	10	4/24
1200V DC	20	492235	10	4/24
	25	492240	10	4/24



### TECNICO gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

#### DIMENSIONES

10x38  
14x51  
10x85



TAMAÑO	A	B	C
10x38	38	10,3	10
14x51	51	14,3	10
10x85	85	10,3	10

NORMAS  
IEC 60269-1  
IEC 60269-6  
UL 2579

HOMOLOGACIONES  
Cd-Pb  
RoHS  
compliant  
REACH

TECNICO  
CARACTERISTICAS t-I  
PAGINA 10

TECNICO  
COEFICIENTE REDUCCION  
POR TEMPERATURA  
AMBIENTE  
PAGINA 12

COMPATIBLE  
CONTACTO PINZA PARA  
FUSIBLES Ø10  
PAGINA 07

# FOTOVOLTAICOS FUSIBLES



## gPV FUSIBLES NH PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

NH

1000V  
DC

Los cartuchos fusibles de cuchilla NH gPV 1000 V DC para instalaciones fotovoltaicas de DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección segura, compacta y económica en los cuadros de segundo nivel de las instalaciones fotovoltaicas. La gama comprende cartuchos fusibles de talla NH1 con corrientes asignadas comprendidas entre 25A y 160A y fusibles NH3 con corrientes asignadas comprendidas entre 200A y 315 A. La tensión asignada es de 1000 V DC (corriente continua). Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la norma IEC 60269-6), con una corriente mínima de fusión de  $1,35 \cdot I_n$ . Están contruidos con cuerpo de cerámica de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en latón platerado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características. Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las bases NH modelo ST de 1000 V DC.

NH1

$I_n$ (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Unid./CAJA
25	373210	30	1/30
32	373215	30	1/30
40	373225	30	1/30
50	373230	30	1/30
63	373235	30	1/30
80	373240	30	1/30
100	373245	30	1/30
125	373250	30	1/30
160	373255	30	1/30
200	373260	30	1/30

NH2

200	373350	30	1/15
250	373360	30	1/15

NH3

200	373425	30	1/15
250	373435	30	1/15
315	373445	30	1/15
355	373450	30	1/15
400	373455	30	1/15



373245



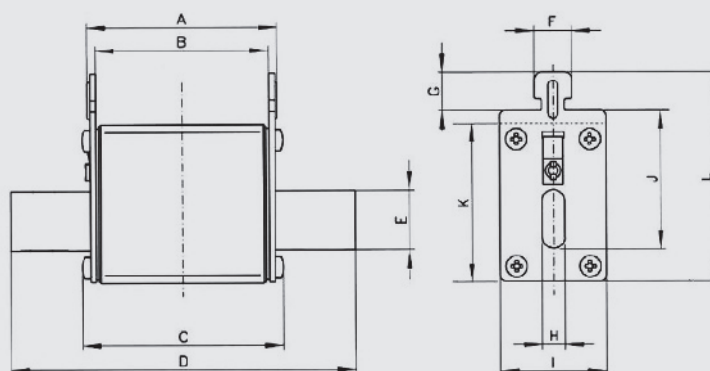
373350

## TECNICO gPV FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS DIMENSIONES

NH1

NH2

NH3



TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
NH1	68	62	71,5	135	20	10	9,5	6	39	40	52	64
NH3	68	62	73	150	32	10	9,5	6	70	60	75	87

NORMAS  
IEC 60269-1  
IEC 60269-6

HOMOLOGACIONES  
Cd-Pb  
RoHS  
compliant

TECNICO  
CARACTERISTICAS I-t

TECNICO  
COEFICIENTE REDUCCION  
POR TEMPERATURA  
AMBIENTE

COMPATIBLE  
NH ST BASES PARA  
APLICACIONES  
FOTOVOLTAICAS

PAGINA 11

PAGINA 12

PAGINA 08

# FOTOVOLTAICOS

## BASES PORTAFUSIBLES

### PMX BASES PORTAFUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS









DF ELECTRIC lanza al mercado una nueva base portafusible modular para instalaciones fotovoltaicas. La principal novedad que ofrecen es la tensión asignada de 1000 V DC. Están destinadas principalmente a ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica en instalaciones fotovoltaicas, donde, debido al constante incremento de potencia y la evolución tecnológica, es común que se precise proteger grupos de paneles solares que pueden alcanzar tensiones hasta 1000 V DC. Bases portafusibles modulares para utilizar con fusibles cilíndricos talla 10x38 según norma IEC/EN 60269. Diseño compacto, de dimensiones reducidas, fabricadas con materiales de calidad. Contactos de cobre electrolítico plateados. Materiales plásticos autoextinguibles y de alta resistencia a la temperatura. Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva europea 2002/95/EC RoHS.

**1000V  
DC**

**10x38**

**SIN  
INDICADOR**

**CON  
INDICADOR**

POLOS	MODULOS	REFERENCIA	DESCRIPCION	I <sub>n</sub> (A)	U (V DC)	EMBALAJE Unid./CAJA
1	1	<b>485150</b>  	UNIPOLAR	32	1000	12/192
2	2	<b>485151</b>  	BIPOLAR	32	1000	6/96
1	1	<b>485152</b>  	UNIPOLAR	32	1000	12/192
2	2	<b>485153</b>  	BIPOLAR	32	1000	6/96

**PATENTED  
DESIGN**



485152

**1100V  
DC**

**14x51**

**SIN  
INDICADOR**

**CON  
INDICADOR**

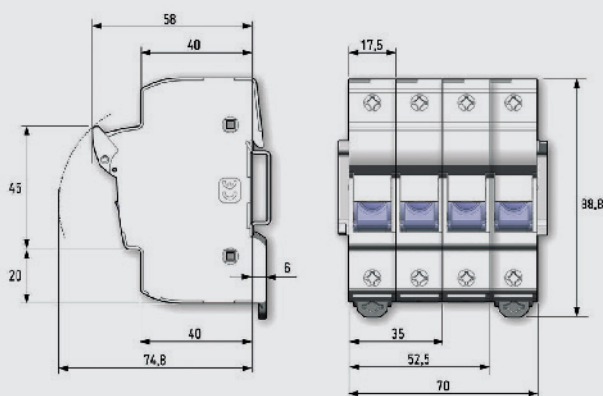
1	1,5	<b>485250</b>	UNIPOLAR	50	1000	6/90
2	3	<b>485251</b>	BIPOLAR	50	1000	3/45
1	1,5	<b>485252</b>	UNIPOLAR	50	1000	6/90
2	3	<b>485253</b>	BIPOLAR	50	1000	3/45

**PATENTED  
DESIGN**

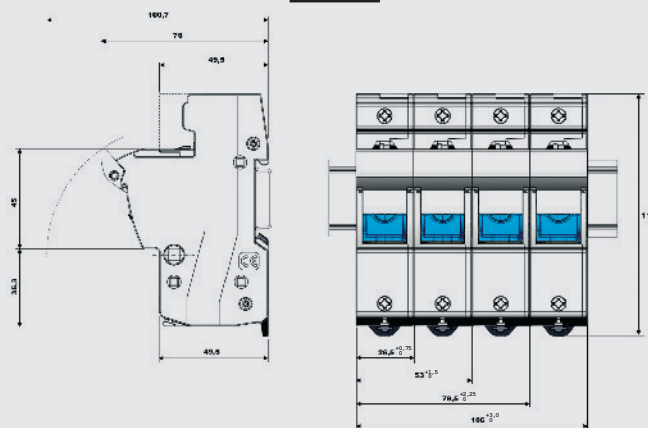


485250

**10x38**



**14x51**



**NORMAS**  
IEC 60269-1  
IEC 60269-2  
EN 60269-1  
EN 60269-2  
UL4248-18

**HOMOLOGACIONES**  
   


**COMPATIBLE**  
gPV FUSIBLES PARA  
APLICACIONES  
FOTOVOLTAICAS  
PAGINA **02**

**COMPATIBLE**  
PEINES DE CONEXION Y  
ACCESORIOS  
VER  
**CILINDRICOS**



# FOTOVOLTAICOS

## BASES PORTAFUSIBLES



### PML BASES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS 1500 VDC

- Base portafusibles para utilizar con fusibles cilíndricos talla 10x85 y 10-14x85
- Diseño compacto moderno.
- Zonas de ventilación optimizadas para una mejor disipación del calor.
- Fabricadas con materiales de calidad.
  - Contactos de cobre electrolítico plateados.
  - Materiales plásticos autoextinguibles y de alta resistencia a la temperatura.
  - Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva europea RoHS (Restricción de ciertas sustancias peligrosas en el material eléctrico) así como libres de halógenos.

1500V  
DC

10x85  
10/14x85

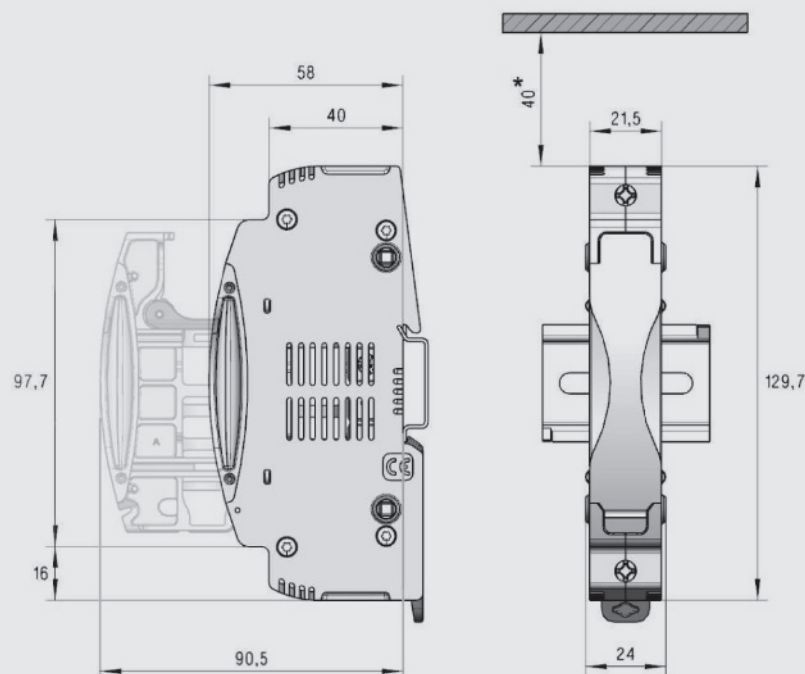
POLOS	MODULOS (mm)	REFERENCIA	DESCRIPCION	I <sub>n</sub> (A)	U (V DC)	EMBALAJE Unid./CAJA
1	24	485701	PML 10/14x85 BASE PORTAFUSIBLE UNIPOLAR	32	1500	6/84

PATENTED  
DESIGN



### TECNICO PML BASES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS 1500 VDC

#### DIMENSIONES



\* Espacio de montaje libre recomendado

NORMAS  
IEC/EN 60269-1  
IEC/EN 60269-2  
UL4248-1  
UL4248-19  
UL486E

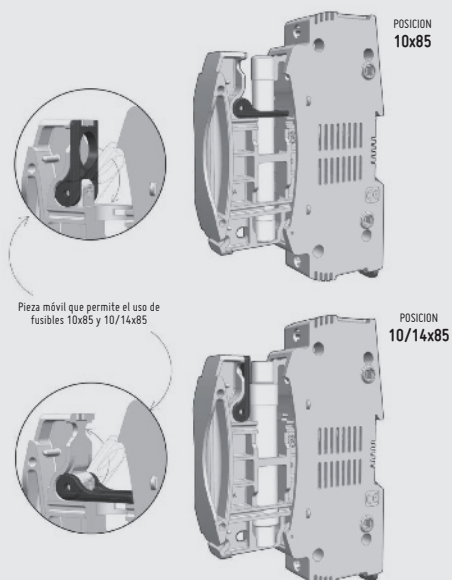
HOMOLOGACIONES  
RoHS  
compliant  
HF  
halogen free

COMPATIBLE  
qPV FUSIBLES PARA  
APLICACIONES  
FOTOVOLTAICAS  
PAGINA 02

COMPATIBLE  
PEINES DE CONEXION Y  
ACCESORIOS  
VER  
CILINDRICOS

TECNICO  
**PML** BASES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS 1500 VDC

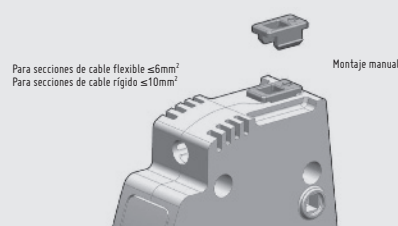
### SELECTOR DE TALLAS DE FUSIBLES



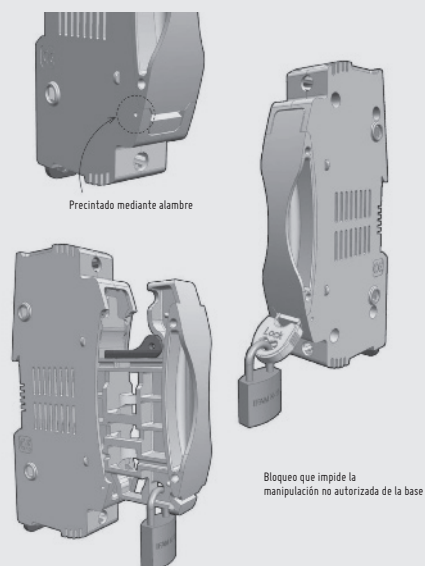
### ESPACIO DISPONIBLE PARA EL ETIQUETADO



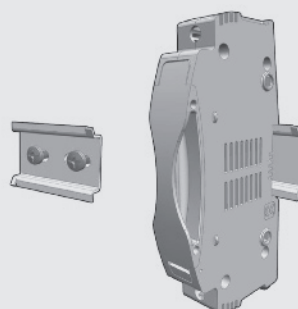
### PROTECCIÓN IP20 ESPECIAL



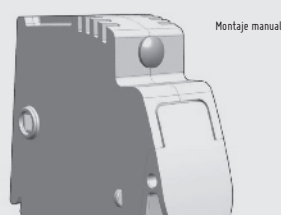
### BLOQUEO DE LA BASE



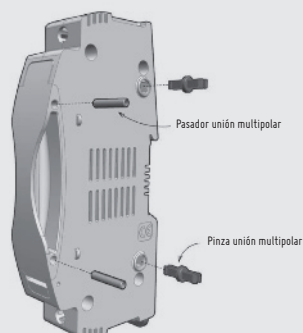
### ACCESORIO FIJACIÓN TORNILLO



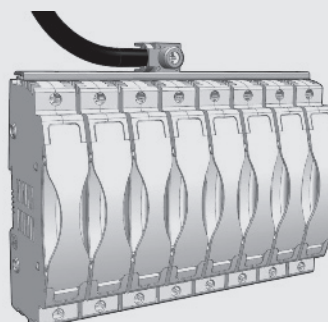
### ACCESORIO PROTECCIÓN TORNILLOS



### ENSAMBLADO MULTIPOLAR



### PUENTE DE CONEXIÓN



### CONTACTO PINZA PARA FUSIBLE Ø10

Contacto pinza para fusibles cilíndricos Ø10. Versiones fijación tornillo y para circuito impreso. Fabricados en Bronce con protección de estaño. Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva europea 2002/95/EC RoHS (Restricción de ciertas sustancias peligrosas en el material eléctrico).

10x38  
10x85

REFERENCIA	DESCRIPCION	I <sub>n</sub> (A)	P <sub>d</sub> max (W)	EMBALAJE Unid./CAJA
482001	CONTACTO PINZA Ø10 FIJACIÓN TORNILLO	25	4	50/200
482002	CONTACTO PINZA Ø10 PARA CIRCUITO IMPRESO	25	4	50/200



482001



482002

TECNICO

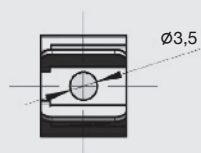
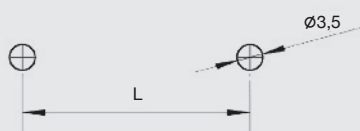
### CONTACTO PINZA PARA FUSIBLE Ø10

#### DIMENSIONES

10x38  
10x85

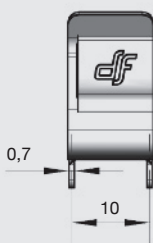
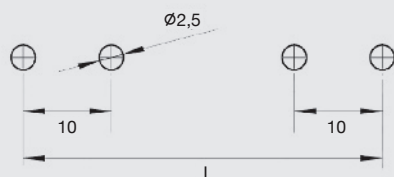
#### CONTACTO PINZA Ø10 FIJACION TORNILLO

TAMAÑO	L (mm)
10x38	32
10x85	79,6



#### CONTACTO PINZA Ø10 PARA CIRCUITO IMPRESO

TAMAÑO	L (mm)
10x38	42
10x85	89,6



# FOTOVOLTAICOS BASES



## ST 1000V DC BASES NH PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

Bases portafusibles para fusibles de cuchilla (NH). Disponibles en tamaños NH1(250 A) y NH3(630 A). Fabricadas con materiales de alta calidad. Contactos de cobre electrolítico plateados. Materiales plásticos autoextinguibles y de alta resistencia a la temperatura. Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva europea 2002/95/EC RoHS (restricción de ciertas sustancias peligrosas en el material eléctrico). Montaje mediante fijación a raíl DIN o tornillos. Modelos unipolares. Conexión mediante tornillos. Contactos tipo pinza con doble resorte para un óptimo funcionamiento. Amplia gama de accesorios que permiten una ejecución IP20. Cubrebornos, tapafusibles, separadores. Posibilidad de crear conjuntos multipolares mediante accesorios. Fabricadas según normas IEC, EN, VDE y DIN.

	DESCRIPCION	REFERENCIA	U (VDC)	EMBALAJE
<b>UNIPOLAR</b>				
<b>NH1 250A</b>	RAIL DIN-FIJACION TORNILLO / CONEXION TORNILLO	<b>354172</b>	1000	1
<b>NH2 400A</b>	RAIL DIN-FIJACION TORNILLO / CONEXION TORNILLO	<b>354175</b>	1000	1
<b>NH3 500A</b>	RAIL DIN-FIJACION TORNILLO / CONEXION TORNILLO	<b>354180</b>	1000	1



354175

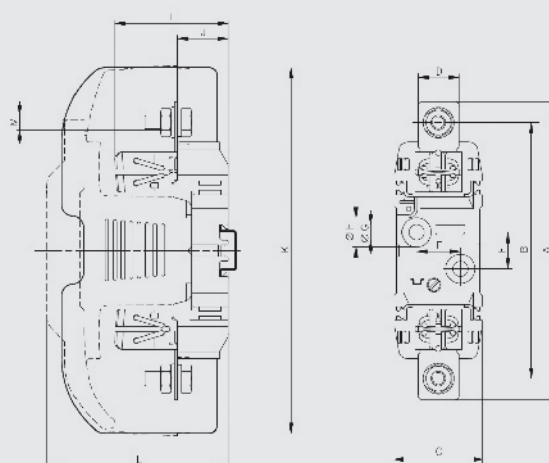
## ACCESORIOS PARA BASES NH MICRORRUPTORES PARA FUSIBLES NH

	REFERENCIA	DESCRIPCION	EMBALAJE
<b>NH1 NH2 NH3</b>			Unid./CAJA
	<b>357010</b>	MICRORRUPTOR PARA FUSIBLES NH1 & NH3	1/12



357010

## ST 1000V DC BASES NH PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS DIMENSIONES



TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
NH1	200	175	48	28	30	25	10,1	20,5	77,5	35	250	106	M10
NH2	225	200	60	32	30	25	10,5	20,5	88	35	250	123	M12
NH3	240	210	60	38	30	25	10,5	20,5	97	35	270	143	M12

NORMAS	NORMAS
IEC 60269-1 IEC 60269-2 EN 60269-1 EN 60269-2 UL4248	VDE 0636 DIN 43620

HOMOLOGACIONES

COMPATIBLE	COMPATIBLE
qPV NH1 & NH3 FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS	CUBREBORNES, TAPAFUSIBLES Y KITS DE PROTECCION IP20
PAGINA 04	VER NH

TECNICO

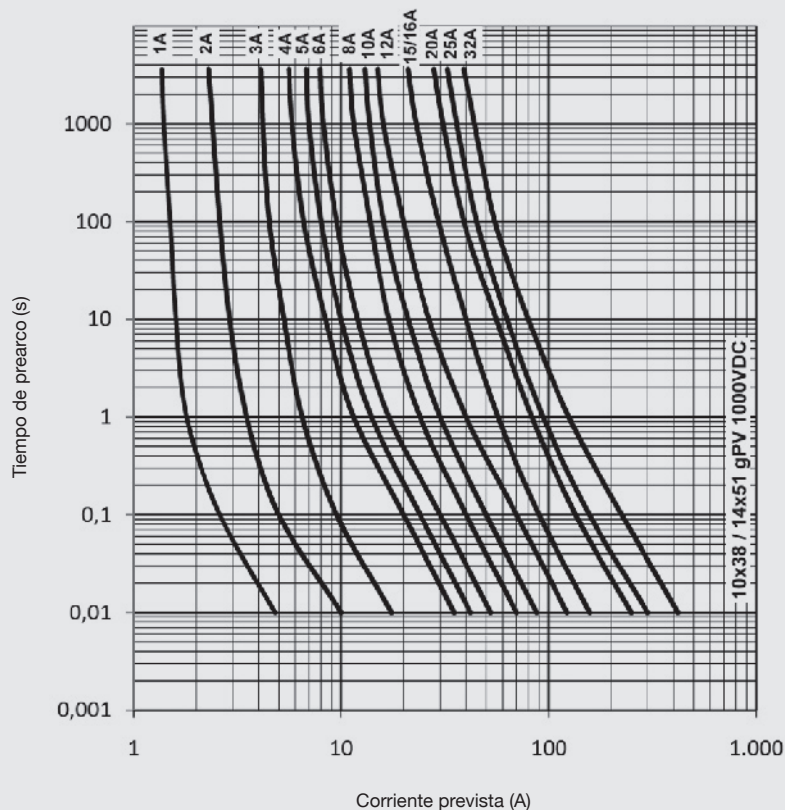
gPV

### FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

#### CARACTERISTICAS t-I Y POTENCIAS DISIPADAS

10x38

14x51



CORRIENTE  
ASIGNADA  
(A)

REFERENCIA

POTENCIA DISIPADA  
(W @ 0,7 In)

POTENCIA DISIPADA  
(W @ In)

I<sup>2</sup>t PREARCO  
(A<sup>2</sup>s)

I<sup>2</sup>t TOTAL  
(A<sup>2</sup>s)

1000V  
DC

600V  
DC

1000V  
DC

600V  
DC

1000V  
DC

600V  
DC

1000V  
DC

600V  
DC

1000V  
DC

600V  
DC

10x38

1	491601	491901	0,31	0,31	0,76	0,76	0,35	0,35	1,3	0,8
2	491602	491902	0,78	0,62	1,45	1,54	0,62	1,78	1,0	3,9
3	491604	491904	0,66	0,54	1,66	1,35	1,9	9,0	3,1	19,6
4	491605	491905	0,64	0,73	1,57	1,84	6,9	3,0	11	6,6
5	491606	491906	0,60	0,93	1,65	2,22	14	4,4	22	9,6
6	491610	491910	0,76	0,96	1,84	2,40	24	8,5	38	18,8
8	491615	491915	0,80	1,02	1,92	2,55	62	25	99	55,0
10	491620	491920	0,94	1,03	2,2	2,58	10	11	48	27,9
12	491625	491925	0,98	1,04	2,4	2,60	18	25	94	62,8
15	491629	491929	1,0	1,07	2,6	2,44	46	25	110	82,8
16	491630	491930	1,1	1,08	2,7	2,70	46	33	110	82,8
20	491635	491935	1,2	1,16	2,9	2,90	118	85	282	212
25	-	491940	-	1,10	-	2,74	-	280	-	460
30	-	491944	-	1,70	-	4,00	-	400	-	650
32	-	491945	-	1,76	-	4,40	-	400	-	650

14x51

15	491647*	-	1,34	-	3,14	-	48	-	112	-
20	491648*	-	1,55	-	3,68	-	99	-	367	-
25	491650	-	1,6	-	3,8	-	275	-	650	-
32	491655	-	2,0	-	4,7	-	550	-	1300	-

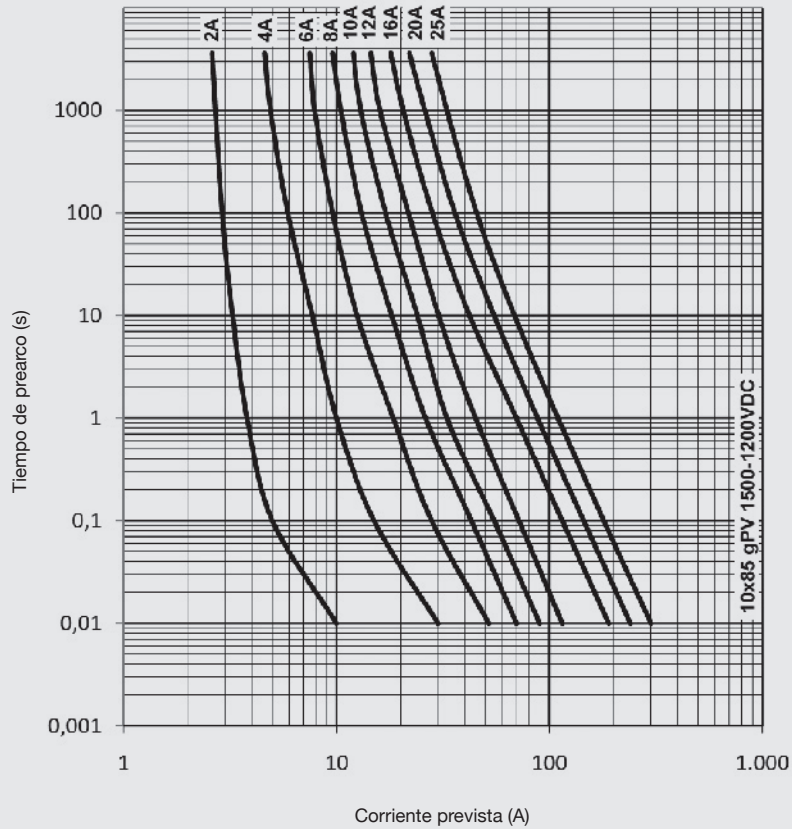
\* 1100V DC

TECNICO

gPV

### FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS CARACTERISTICAS t-I Y POTENCIAS DISIPADAS

10x85



CORRIENTE ASIGNADA (A)	REFERENCIA	POTENCIA DISIPADA (W @ 0,7 In)	POTENCIA DISIPADA (W @ In)	I <sup>2</sup> t PREARCO (A <sup>2</sup> s)	I <sup>2</sup> t TOTAL (A <sup>2</sup> s)
---------------------------	------------	-----------------------------------	-------------------------------	--	--

1500V  
DC

2	492202	1,28	3,42	0,8	1,1
4	492205	1,16	2,91	13	17
6	492210	1,10	2,65	65	84
8	492215	1,16	2,79	175	225
10	492220	1,81	4,38	209	269
12	492225	1,83	4,43	400	515

1200V  
DC

16	492230	1,75	4,13	136	269
20	492235	2,13	5,14	242	478
25	492240	2,28	5,48	545	1075



TECNICO

gPV

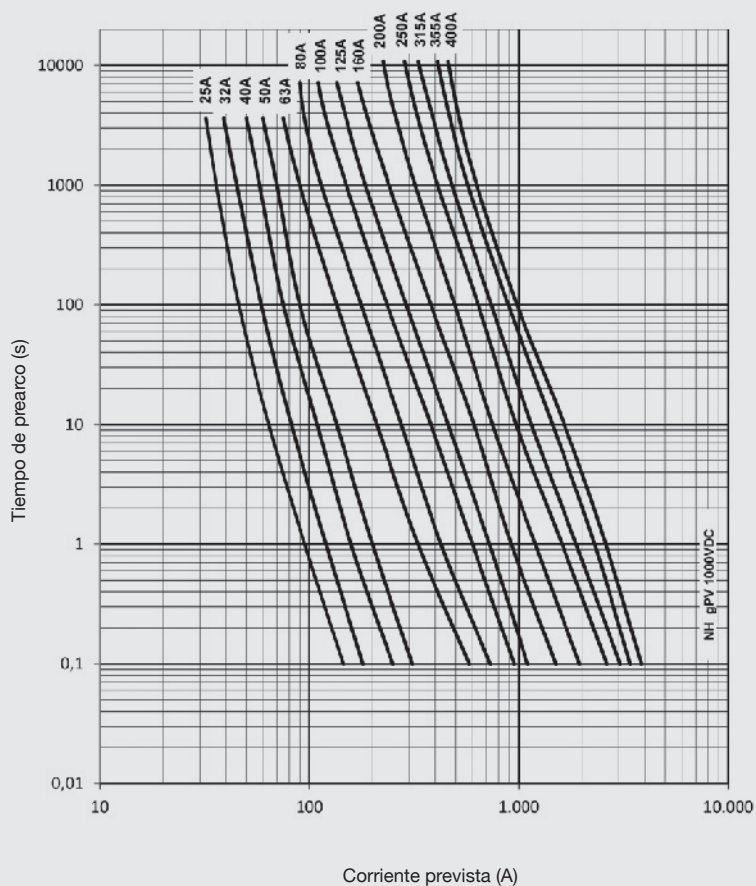
### FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

#### CARACTERISTICAS t-I Y POTENCIAS DISIPADAS

NH1

NH2

NH3



CORRIENTE ASIGNADA (A)	REFERENCIA	POTENCIA DISIPADA (W @ 0,7 In)	OTENCIA DISIPADA (W @ In)	I <sup>2</sup> t PREARCO (A <sup>2</sup> s)	I <sup>2</sup> t TOTAL (A <sup>2</sup> s)
---------------------------	------------	-----------------------------------	------------------------------	--	--

1000V  
DC

1000V  
DC

1000V  
DC

1000V  
DC

1000V  
DC

NH1

25	373210	5,2	12,5	62	94
32	373215	6,3	15,5	122	184
40	373225	6,7	16,6	302	454
50	373230	7,5	18	562	844
63	373235	8,2	20	1210	1815
80	373240	10	27	2250	3375
100	373245	11	28	4000	6000
125	373250	12,5	32	6500	9700
160	373255	10,0	25,0	10300	19800
200	373260	12,5	30,0	19900	38300

NH2

200	373350	11,4	28,0	18700	36400
250	373360	13,0	33,3	36800	71500

NH3

200	373425	19,5	48,0	21700	31700
250	373435	20,5	51,5	41000	60000
315	373445	26,2	66,0	76000	111500
355	373450	18,0	46,5	74700	130700
400	373455	20,0	51,0	104400	182600

TECNICO

gPV

### FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

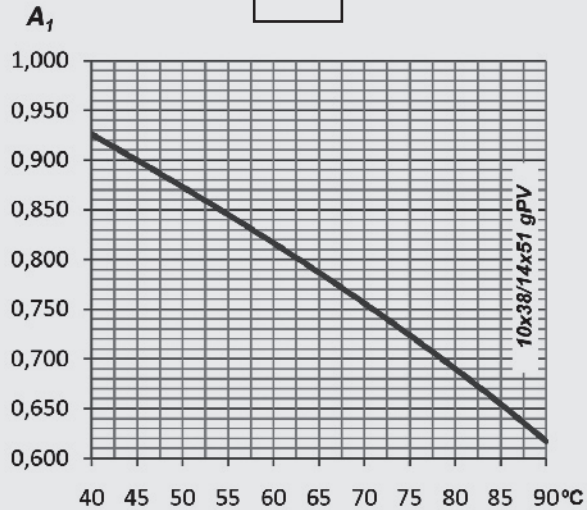
#### COEFICIENTE REDUCCION POR TEMPERATURA AMBIENTE

10x38  
14x51

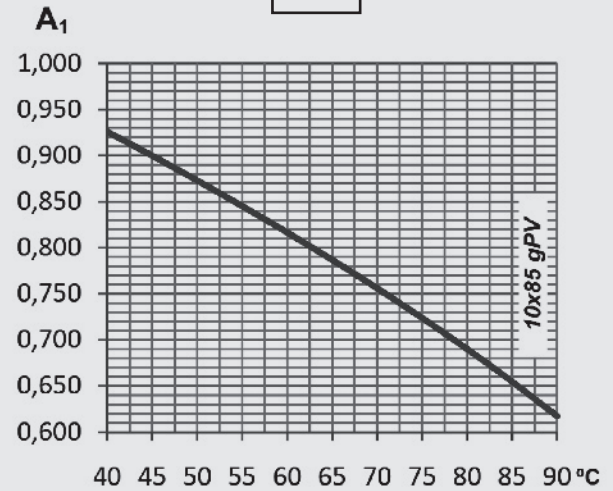
10x85

NH1  
NH2  
NH3

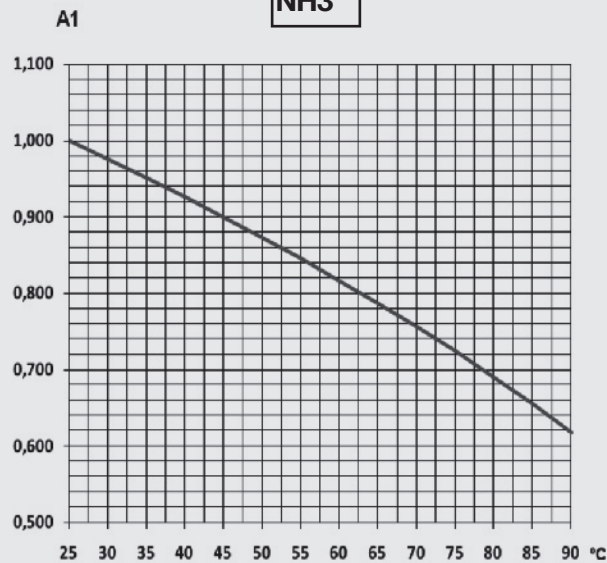
10x38  
14x51



10x85



NH1  
NH2  
NH3



$t_a$ (°C)	$A_1$
40	0,92
45	0,90
50	0,87
55	0,85
60	0,82
65	0,79
70	0,76
75	0,72
80	0,69



# THE PROTECTION FORMULA

BY  **Electric**

## ELECTRONICOS



## CILINDRICOS



## FOTOVOLTAICOS



## RAPIDPLUS



## NH



## FUSIBLES ESPECIALES



## DOMESTICOS



## D & DO



## TRANSFORMADORES





**OFICINA CENTRAL Y FABRICA**  
SILICI, 67-69  
08940 CORNELLA DE LLOBREGAT  
BARCELONA  
SPAIN  
Tel. +34 93 377 85 85  
Fax +34 93 377 82 82

**VENTAS NACIONAL**  
Tel. 93 475 08 64  
Fax 93 480 07 76  
comercial@df-sa.es

**VENTAS EXPORTACION**  
Tel. +34 93 475 08 64  
Fax +34 93 480 07 75  
export@df-sa.es

[www.df-sa.es](http://www.df-sa.es)

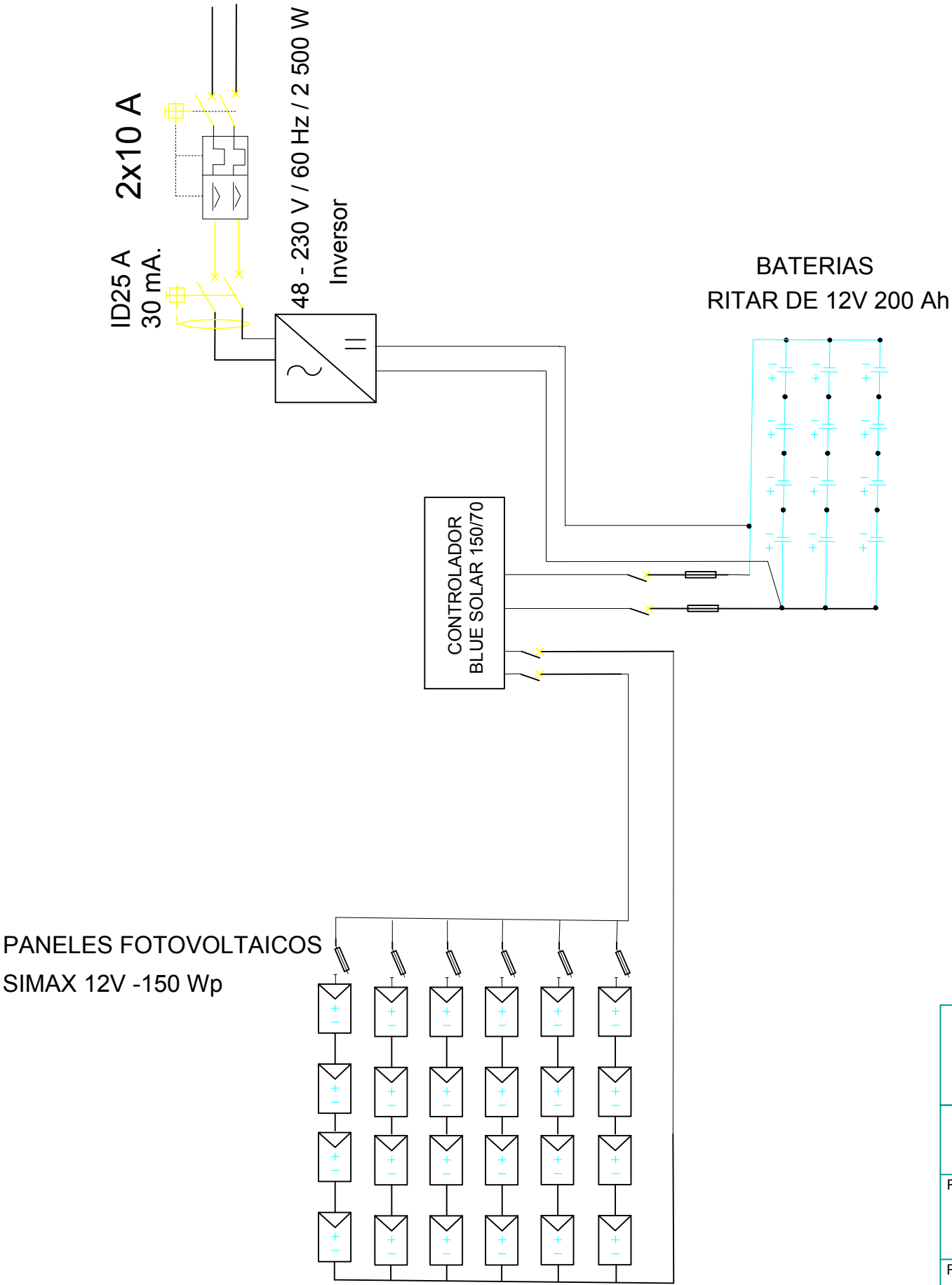


**PROTECTING  
THE WORLD**



## **ANEXO N° 08. PLANO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO**

Al laboratorio de computo



# UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

## FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

"IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA UN LABORATORIO DE COMPUTO  
EN EL COLEGIO COLOSO Y EMBLEMATICO JAEN DE BRACAMOROS-JAEN-CAJAMARCA

REALIZADO POR :  
Br. ROMEL ASHANTY ESCOBEDO LEON

UBICACION :  
DISTRITO : JAEN  
PROVINCIA : JAEN  
DPTO. : CAJAMARCA

PLANO :  
DIAGRAMA UNIFILAR

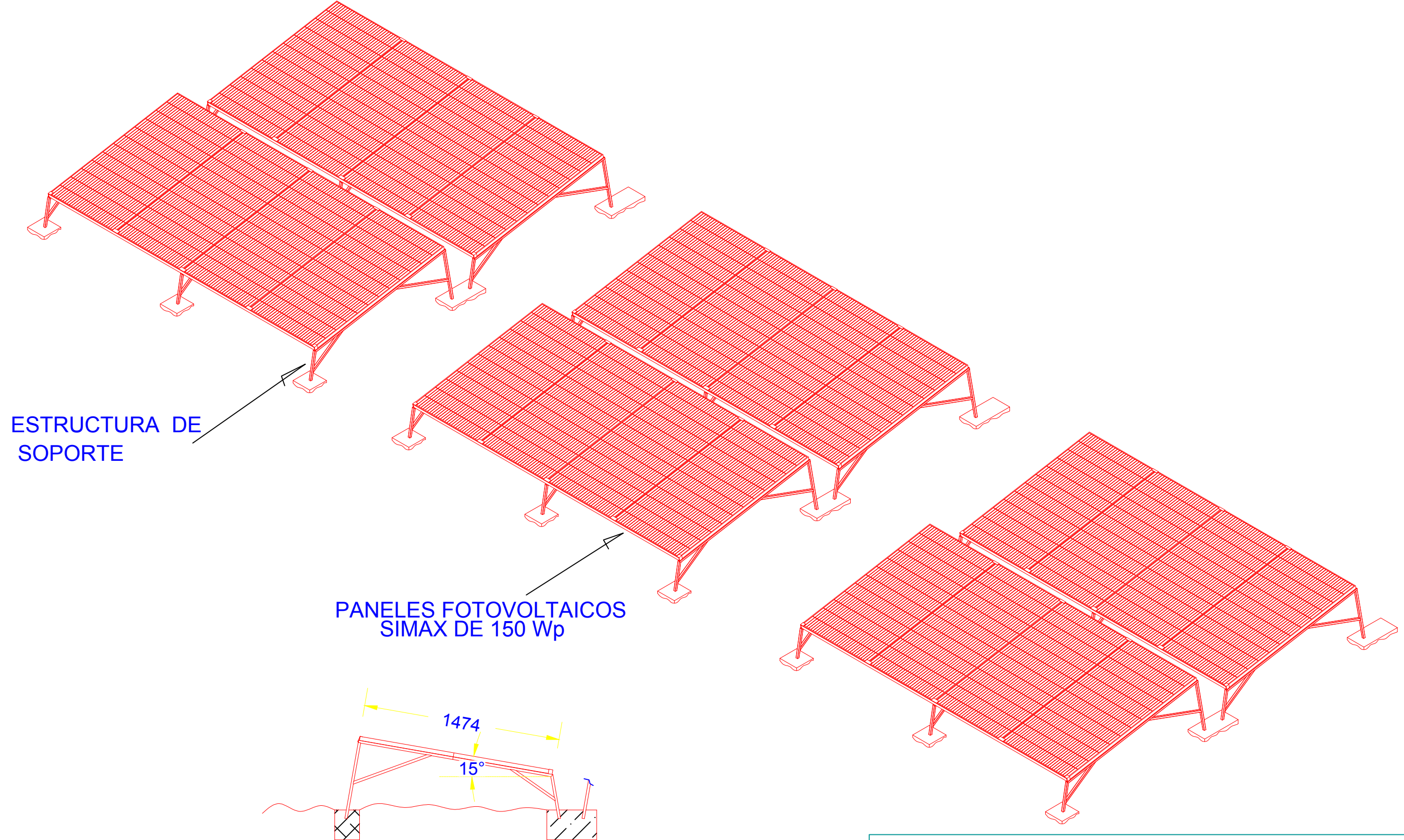
ESCALA :  
S/E  
FECHA :  
Septiembre 2018

PROYECTISTA :  
RAEL  
CAD:  
RAEL

Nº DE PLANO :  
DUGF-01

**ANEXO N° 09. MONTAJE DE PANELES  
FOTOVOLTAICOS**





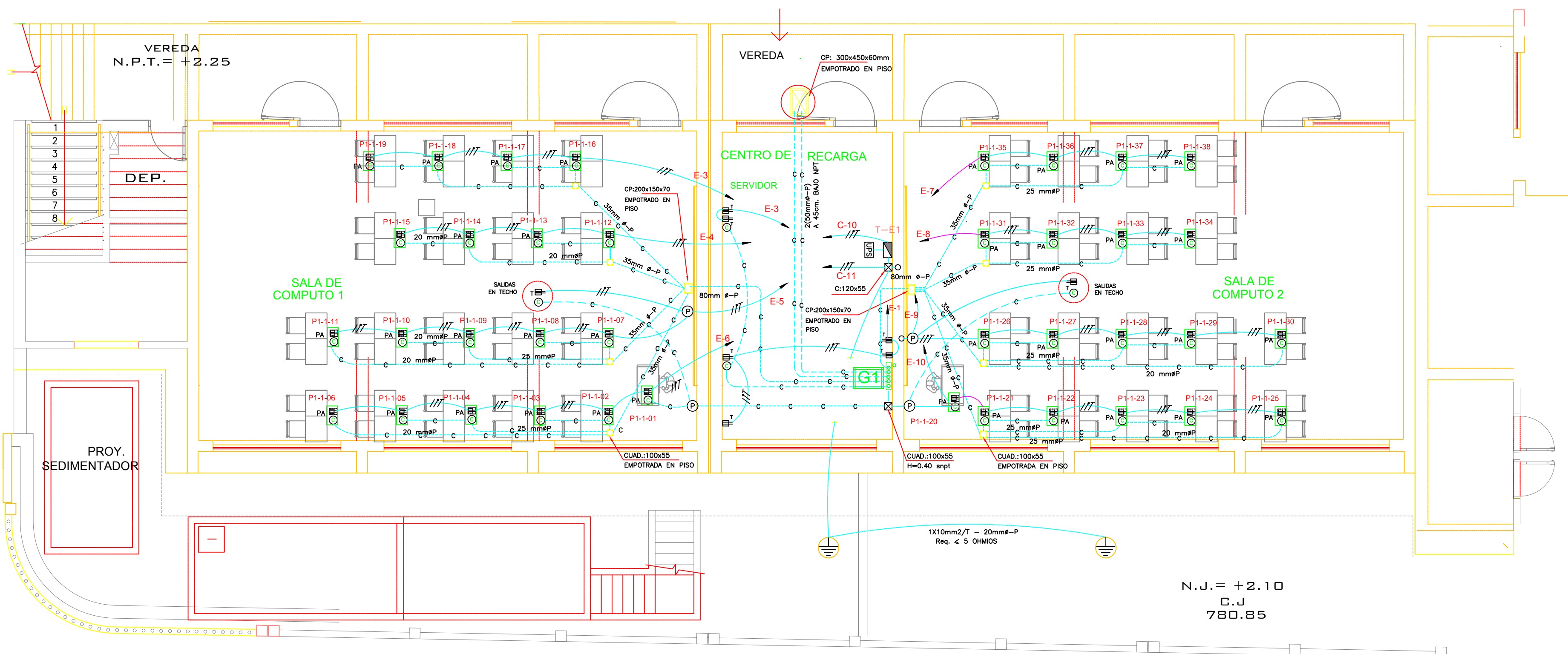
**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

"IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA UN LABORATORIO DE COMPUTO  
EN EL COLEGIO NACIONAL COLOSO Y EMBLEMATICO JAEN DE BRACAMOROS-JAEN-CAJAMARCA

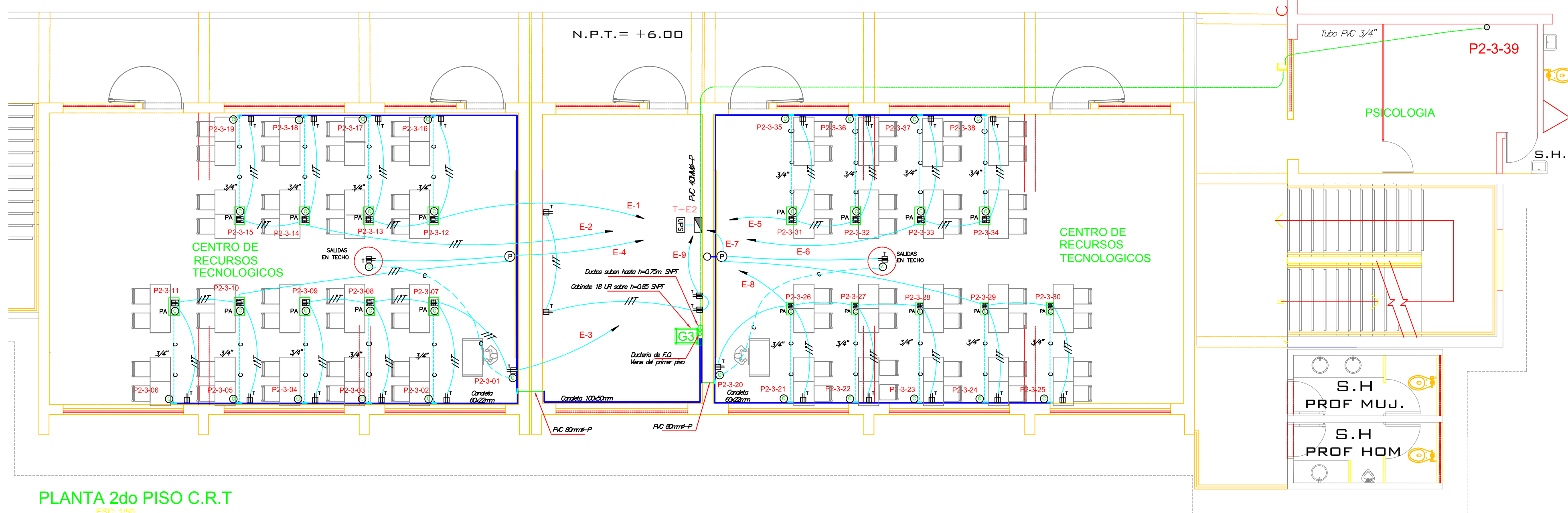
ELABORADO POR: <b>Br. ROMEL ASHANTY ESCOBEDO LEON</b>	UBICACION : DISTRITO : JAEN PROVINCIA : JAEN DPTO. : CAJAMARCA		
	ESCALA : S/E	PROYECTISTA : RAEL	N° DE PLANO : <b>MPS-02</b>
MONTAJE DE PANELES SOLARES		FECHA : Septiembre 2018	
		CAD: RAEL	

**ANEXO N° 10. PLANO ELÉCTRICO DEL LABORATORIO DE  
COMPUTO**

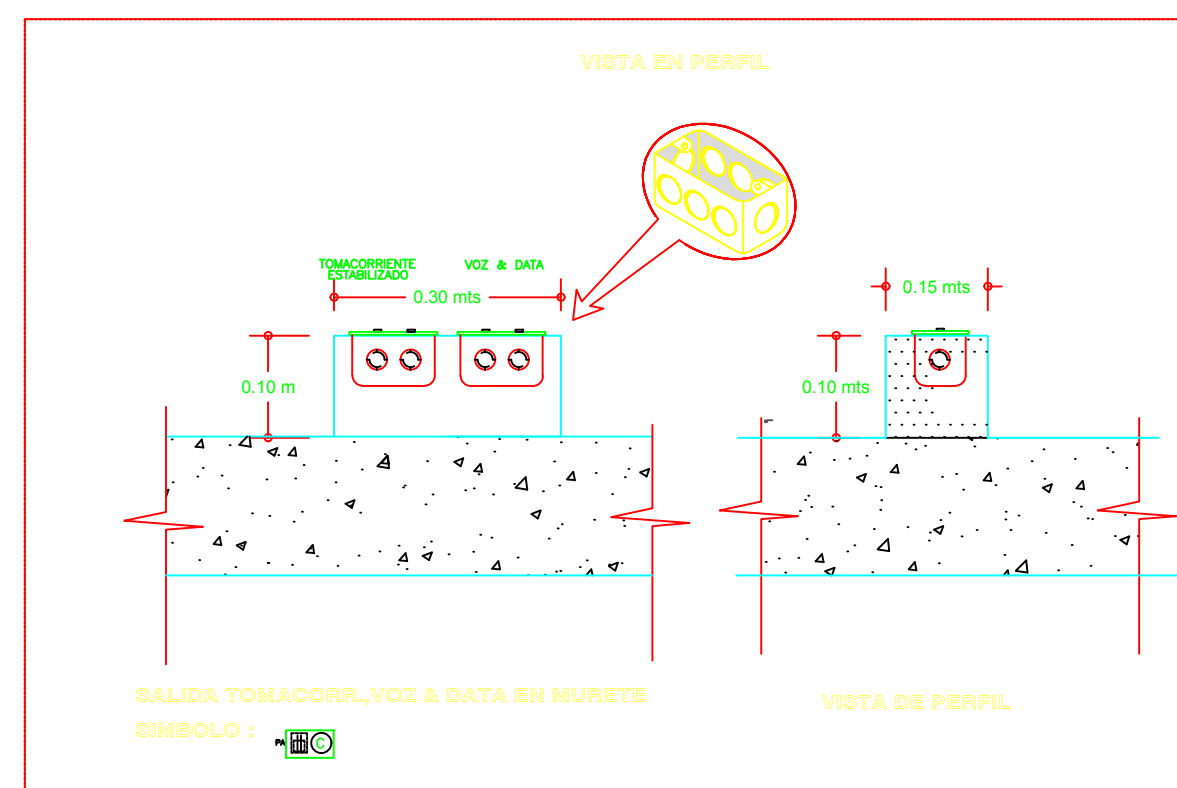
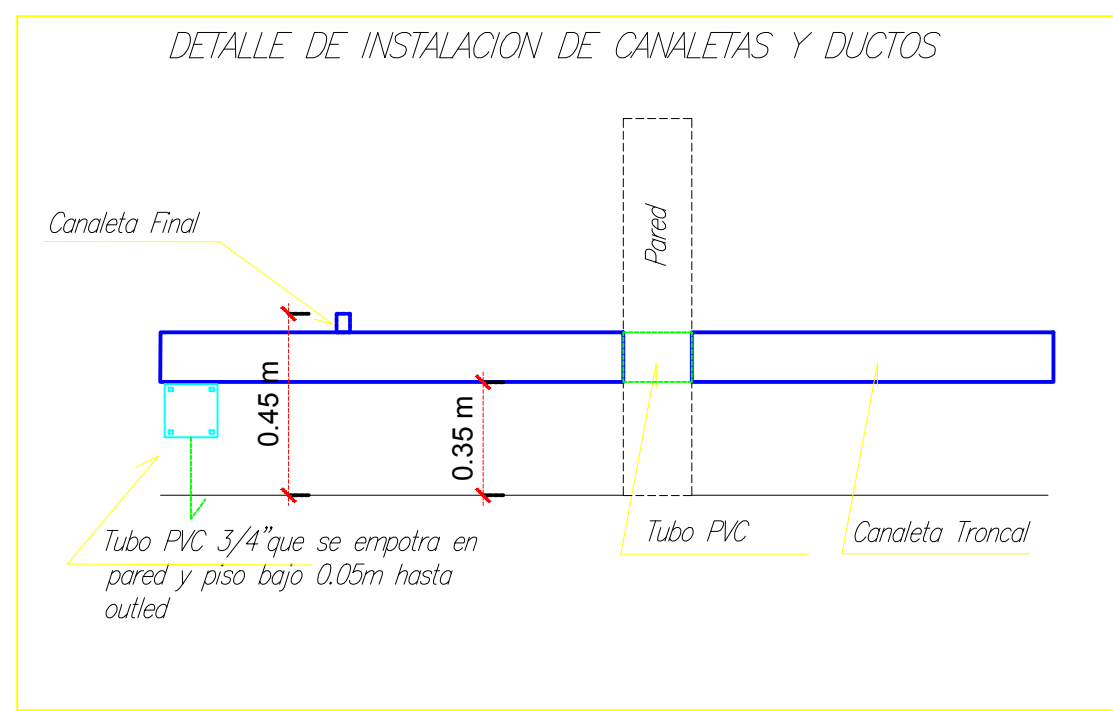
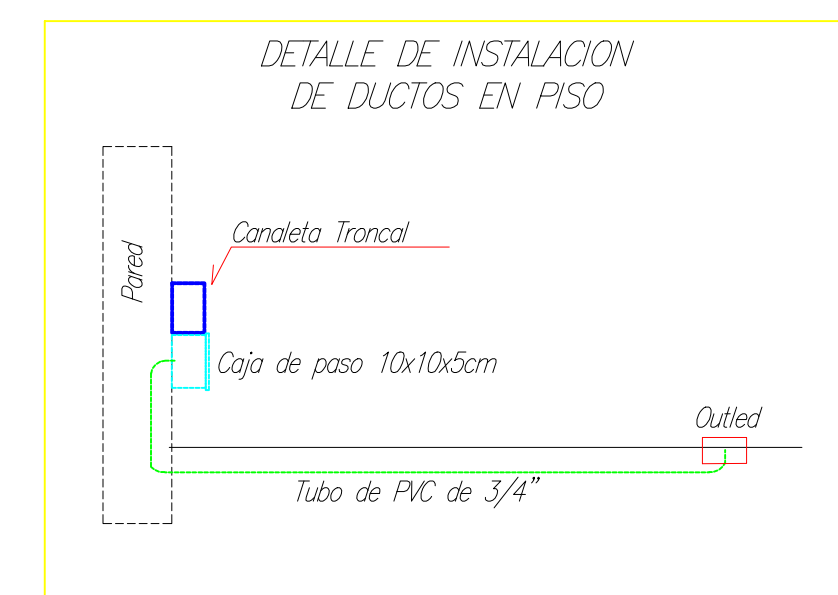




PLANTA 1er PISO C.R.T  
ESC: 1/50



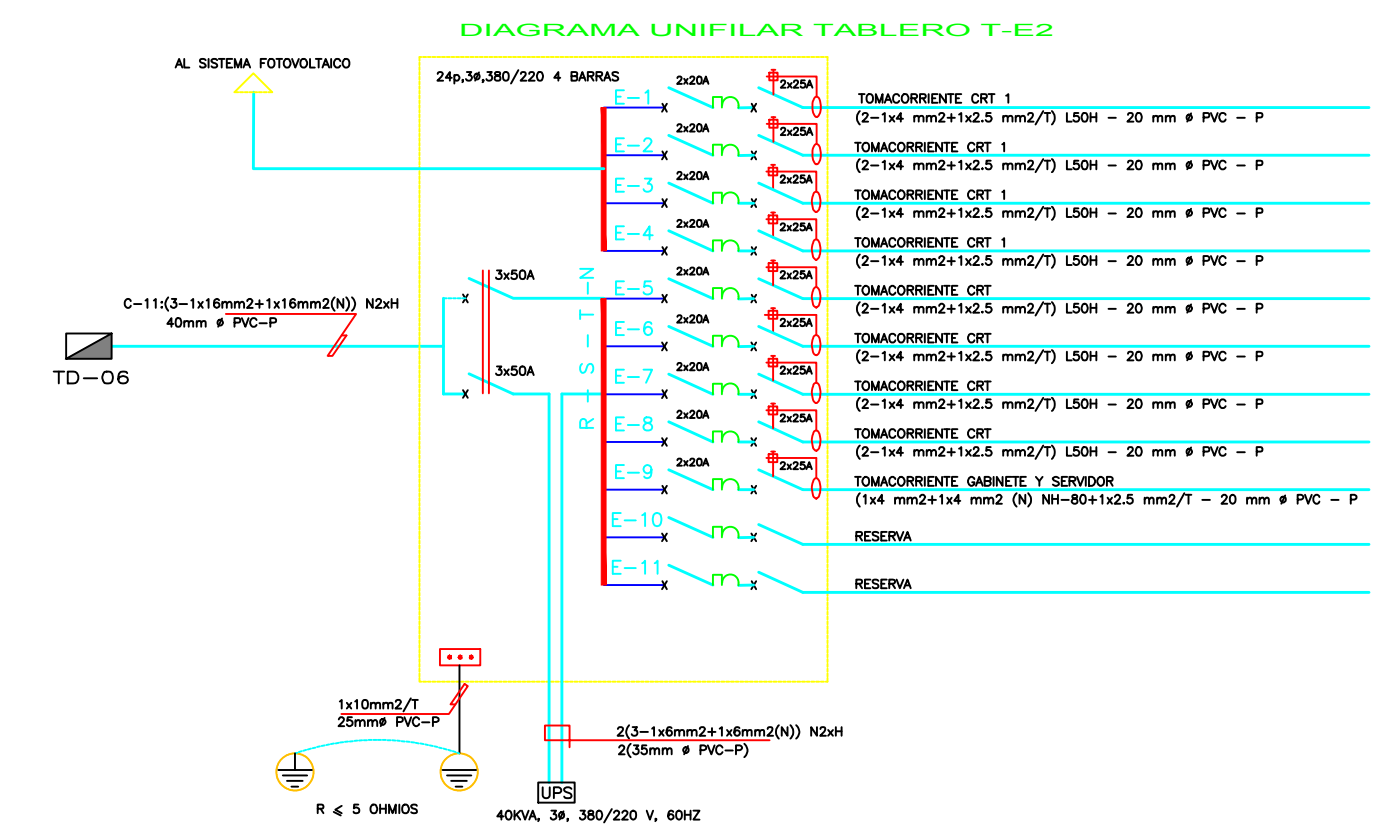
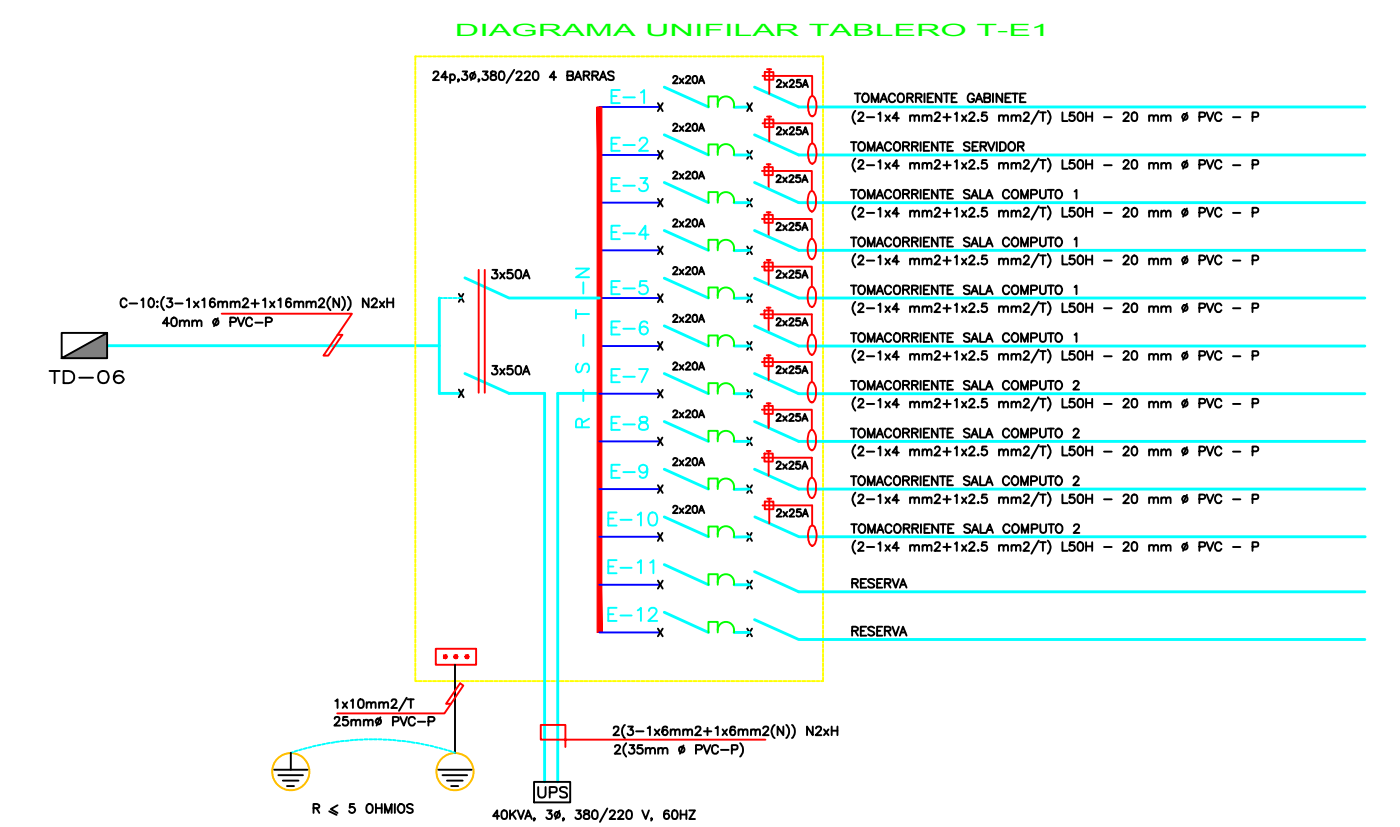
PLANTA 2do PISO C.R.T  
ESC: 1/50



CUADRO DE CARGAS T-E1				
DESCRIPCION	CAPACIDAD INSTALADA (W)	FACTOR DE DEMANDA (K)	MAXIMA DEMANDA (W)	
N° PC = 38x2x250 w/u	19,000	1.0	19,000	
SERVIDOR = 2x350 w/u	700	1.0	700	
PROTECTOR = 2x250 w/u	400	1.0	400	
AMPLIACION FUTURA	3,000	0.8	2,400	
TOTAL	23,100		23,100	
MAXIMA DEMANDA = 22,500 W, 380/220V, 4 HILOS				

CUADRO DE CARGAS T-E2				
DESCRIPCION	CAPACIDAD INSTALADA (W)	FACTOR DE DEMANDA (K)	MAXIMA DEMANDA (W)	
N° PC = 37x2x250 w/u	19,000	1.0	19,000	
SERVIDOR = 2x350 w/u	700	1.0	700	
PROTECTOR = 2x250 w/u	400	1.0	400	
AMPLIACION FUTURA	3,000	0.8	2,400	
TOTAL	23,100		23,100	
MAXIMA DEMANDA = 22,500 W, 380/220V, 4 HILOS				

LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	CAJA	ACT. SMT.
T-E	TABlero DE DISTRIBUCION ELECTRICA METALICO EMPOTRADO-ESTABILIZADO	ESPECIAL	B.S.
T-E	TOMACORRIENTE ESTABILIZADO UNIVERSAL, DOBLE C/LINEA A TIERRA	RECT. 100x50x50	0.40/INDICADO
PA	TOMACORRIENTE ESTABILIZADO UNIVERSAL, DOBLE C/LINEA A TIERRA, A PRUEBA DE AGUA P/PROTECTOR SOBRE MURO EN PISO, CON TAPA HERMETICA IP55	ESPECIAL	PISO
PA	SALIDA PARA VOZ/DATA EMPOTRADO EN PARED O TECHO	CUADRO CON TAPA GANG	0.4
PA	SALIDA DE TOMACORRIENTE Y VOZ/DATA EN PISO SEGUN DETALLE	—	PISO
UPS	SALIDA PARA ENERGIA ININTERRUMPIDA "UPS"	CUADRO 120x120x75	0.40
UPS	SALIDA PARA GABINETE	CUADRO 150x150x100	EL .60
	POZO DE PUESTA A TIERRA	ESPECIAL	PISO
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL, 30mA SENSIBILIDAD	—	EN TABLERO
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	—	EN TABLERO
	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADO -H5x30x60cm	ESPECIAL	PISO
	CAJA DE PISO METALICA CUADADA 100x100x50 mm	CUADRO 120x120x75	0.25/1.30 O INDICADO
	CAJA DE PISO METALICA 200x150x70 mm	RECTANGULAR 200x150x70	PISO
A1	ACCESO POINT, EL NUMERO ES CORRELATIVO	—	INDICADO
G1	GABINETE DE COMUNICACIONES, CORRELATIVO	—	—
	TUBO EMPOTRADO TECHO O PARED, 20 mm # PVC-L, CON 2x2.5 mm2 LSHQ(NH-80)	—	—
	TUBO EMPOTRADO EN PISO, 20 mm # PVC-L, CON (2-1x4 mm2 NH + 1x2.5 mm2 T/LSHO	—	—
	CONDUCTOR DE LINEA A TIERRA, (P/TODOS LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO)	—	—
	CIRCUITO CON CONDUCTOR DE FASE, NEUTRO Y LINEA PROTECCION A TIERRA (TOMACORRIENTES E INDICADOS)	—	—
	2,3 Y 4 CONDUCTORES EN TUBERIA	—	—
	TUBERIA PVC-P Ø20mm, SALVO INDICACION, EMPOTRADA EN TECHO, PARED O PISO, PARA SISTEMA DE VOZ Y DATA	—	—
	TUBERIA PVC-P Ø20mm, SALVO INDICACION, EMPOTRADA EN TECHO O PARED DEL SISTEMA DE ALARMAS CONTRA ROBO/INCENDIO	—	—
	TUBERIA PVC-P Ø20mm, PARA TIMBRE, EMPOTRADO EN PISO, PARED O TECHO	—	—
	TUBERIA PVC-P Ø20mm, PARA TIMBRE, EMPOTRADO EN PISO, PARED O TECHO, O ADOSSADO EN TUBERIA, PARA SISTEMA DE PERFORADO O MUSICA	—	—
	CANAleta PVC PARA VOZ Y DATA EN PARED	—	—



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

"IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA UN LABORATORIO DE COMPUTO  
EN EL COLEGIO NACIONAL COLOSO Y EMBLEMATICO JAEN DE BRACAMOROS-JAEN-CAJAMARCA"

ELABORADO POR: Br. ROMEL ASHANTY ESCOBEDO LEON

UBICACION: DISTRITO: JAEN, PROVINCIA: JAEN, DPTO.: CAJAMARCA

ESCALA: S/E

FECHA: Septiembre 2018

PROYECTISTA: RAE

CAD: RAE

Nº DE PLANO: MPS-03

PLANO ELECTRICO DEL LABORATORIO